

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1922-1923. — N° 21

L'EAU DE BOISSON ET LA PROPHYLAXIE DES MALADIES HYDRIQUES A BORD

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement le Vendredi 1^{er} Décembre 1922

PAR

Jean MAUBOURGUET

Né à Villeneuve-de-Marsan (Landes) le 14 avril 1898

Examineurs de la Thèse	{	MM. MANDOUL, professeur.....	Président.
		LE DANTEC, professeur.....	Juges.
		LEURET, agrégé.....	
		CREYX, agrégé.....	

BORDEAUX
IMPRIMERIE J. BIÈRE
18-20-22, Rue du Peugue, 18-20-22

1922

THÈSE
POUR
LE DOCTORAT EN MÉDECINE



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548615_0086

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

ANNÉE 1922-1923. — N° 21

L'EAU DE BOISSON ET LA PROPHYLAXIE DES MALADIES HYDRIQUES A BORD

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement le Vendredi 1^{er} Décembre 1922

PAR

Jean MAUBOURGUET

Né à Villeneuve-de-Marsan (Landes) le 14 avril 1898

Examinateurs de la Thèse { MM. MANDOUL, professeur..... *Président*
LE DANTEC, professeur..... }
LEURET, agrégé } *Juges.*
CREYX, agrégé..... }

BORDEAUX
IMPRIMERIE J. BIÈRE
18-20-22, Rue du Peugue, 18-20-22

1922



FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE BORDEAUX

M. SIGALAS. Doyen

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. LANELONGUE, BADAL, PITRES, GUILLAUD

PROFESSEURS

MM.	MM.
Clinique médicale	ARNOZAN.
Clinique chirurgicale.....	CASSAET.
Pathologie et thérapeu-	CHAVANNAZ.
tique générales.....	VILLAR.
Anatomie pathologique et	CRUCHET.
microscopie clinique....	RIVIERE.
Anatomie	SABRAZES.
Anatomie générale et his-	PICQUE.
tologie	G. DUBREUIL.
Physiologie	PACHON.
Hygiène.....	AUCHE.
Médecine légale et déon-	VERGER.
tologie.....	BERGONIÉ.
Physique biologique et cli-	CHELLE.
nique d'électricité médicale	BEILLE.
Chimie	DUPOUY.
Botanique et matière mé-	MANDOUL.
dicale	FERRE.
Pharmacie	LAGRANGE.
Zoologie et parasitologie..	
Médecine expérimentale..	
Clinique ophtalmologique.	
	Clinique chirurgicale in-
	fantile et orthopédie
	Clinique gynécologique...
	Clinique médicale des ma-
	ladies des enfants.....
	Chimie biologique et mé-
	dicale.....
	Physique pharmaceutique.
	Médecine coloniale et cli-
	nique des maladies exoti-
	ques.....
	Clinique des maladies cuta-
	nées et syphilitiques....
	Clinique des maladies des
	voies urinaires.....
	Clinique des maladies ner-
	veuses et mentales.....
	Clinique d'Oto-rhino-laryngologie
	Toxicologie et hygiène ap-
	pliquée.....
	Hydrologie thérapeutique
	et climatologie.....

MM. PRINCETEAU (Anatomie). — GUYOT (Pathologie externe). — LABAT (Pharmacie)
CARLES (Thérapeutique et pharmacologie). — PETGES (Vénérologie)

AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.	MM.
Anatomie et embryologie. N.	Médecine générale
Histologie.....	LEURET.
Physiologie	DUPERIE.
Anatomie pathologique....	CREYX.
Parasitologie et Sciences	MICHELEAU
naturelles	PERRENS.
Physique biologique et	Médecine légale.....
médicale	LANDE.
Chimie biologique et médi-	Chirurgie générale.....
cale	ROCHER.
Médecine générale	DUVERGER
	PAPIN.
	Obstétrique
	PERY.
	FAUGERE.
	Ophtalmologie
	TEULIERES
	Pharmacie
	N.

COURS COMPLÉMENTAIRES :

Cours de clinique dentaire	MM. CAVALIÉ
— complémentaire de médecine opératoire.....	VENOT.
— — d'accouchements	FAUGERE.
— — d'ophtalmologie	CABANNES.
— — de puériculture	ANDÉRODIAS.
— — de démonstrations et de préparations phar-	
macéutiques.....	LAEAT.
— — de chimie	RANGIER.
— — de pathologie interne.....	CREYX.
— — d'orthopédie chez l'adulte, pour les accidentés	
du travail, les mutilés de guerre et les infirmes	ROCHER.
— — annexe de prothèse et rééducation professionnelle.....	GOURDON.

Par délibération du 5 août 1879, la Faculté a arrêté que es opinions émises dans les Thèses qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle entend ne leur donner ni approbation ni improbation.

A LA MEMOIRE DE MON PERE

A MA MERE

*Faible hommage de mon affection
et de ma reconnaissance.*

A LA MEMOIRE DE MES PARENTS ET DE MES AMIS
TOMBES AU CHAMP D'HONNEUR

MEIS ET AMICIS

A MONSIEUR LE PROFESSEUR C. SIGALAS

DOYEN DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE
ET DE PHARMACIE DE BORDEAUX
CORRESPONDANT NATIONAL DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
ADJOINT AU MAIRE DE BORDEAUX
OFFICIER DE LA LÉGION D'HONNEUR
OFFICIER DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE

A MES MAÎTRES DE LA FACULTE DE MEDECINE
ET DES HOPITAUX

A MONSIEUR LE DOCTEUR BELLOT

MÉDECIN GÉNÉRAL DE 1^{re} CLASSE DE LA MARINE
DIRECTEUR DE L'ÉCOLE PRINCIPALE
DU SERVICE DE SANTÉ DE LA MARINE
COMMANDEUR DE LA LÉGION D'HONNEUR
OFFICIER DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE

A MONSIEUR LE DOCTEUR AUREGAN

MÉDECIN EN CHEF DE 1^{re} CLASSE DE LA MARINE
SOUS-DIRECTEUR DE L'ÉCOLE PRINCIPALE DU SERVICE DE SANTÉ
DE LA MARINE ET DES COLONIES
OFFICIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

A MESSIEURS LES PROFESSEURS

DE L'ÉCOLE PRINCIPALE DU SERVICE DE SANTÉ
DE LA MARINE ET DES COLONIES

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE DOCTEUR H. MANDOUL,

PROFESSEUR DE ZOOLOGIE ET DE PARASITOLOGIE

A LA FACULTÉ DE MÉDECINE

DOCTEUR ÈS-SCIENCES

OFFICIER DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE

INTRODUCTION.

L'eau est, comme l'air, indispensable à tout ce qui vit; aussi se trouve-t-elle très répandue dans la nature : « Seules, dit Fonssagrives, les plaines sans fin du désert, seules aussi les plaines sans fin de l'Océan, peuvent refuser à l'homme qui les traverse, l'eau dont il a besoin pour le maintien de sa vie; et il y a peu d'années encore, le navigateur, voyant revivre pour lui la fable cruelle du Tantale mythologique, pouvait, par une sorte de dérision des éléments, trouver au milieu des flots ce supplice d'une soif inextinguible dont tant de drames maritimes sont venus nous dévoiler les horreurs ».

Ce danger n'est plus à craindre aujourd'hui. Les travaux de nos hygiénistes et des médecins de la Marine ont en effet abouti à des perfectionnements incessants de l'hygiène navale en général, et de l'approvisionnement en eau de boisson en particulier. Il suffit de parcourir les Archives de Médecine Navale pour voir combien ces travaux sont nombreux, et, par conséquent, combien importante pour la santé du bord est la question de l'eau potable.

Sans aller aussi loin que M. Belli, pour qui « la civilisation d'un pays se mesure à la valeur hygiénique de sa flotte de combat », nous demeurons convaincus qu'il faut donner à nos marins, dont la vie est souvent si rude, le plus grand bien-être possible. Leur permettre de boire une eau pure n'est d'ailleurs pas un luxe, mais une nécessité, puisqu'on peut éviter par là l'éclosion chez eux des graves maladies qui peuvent être dues à l'absorption d'une eau contaminée.

Dans ce travail nous nous attachons à grouper dans un même ensemble les résultats des recherches et expériences des hygiénistes et des médecins de la Marine au sujet de la question de l'eau potable à bord. Nous traitons dans un premier chapitre des origines de cette eau. Dans le deuxième il est question de sa conservation et de sa distribution. Le troisième est consacré aux règlements actuellement en vigueur à ce sujet. Dans le quatrième nous envisageons les rapports de l'eau avec l'hygiène du bord, c'est-à-dire les dangers que la première peut faire courir aux équipages et aux passagers. Enfin, dans le cinquième et dernier chapitre, nous indiquons quels moyens on peut mettre en œuvre pour éviter ces dangers.

Nous devons le sujet de cette thèse à l'extrême obligeance de M. le professeur Mandoul, qui nous donna toujours si volontiers l'appui de ses conseils éclairés. Qu'il trouve ici l'expression de toute notre respectueuse gratitude.

Qu'il nous soit permis, en terminant, d'adresser aussi nos bien vifs remerciements à nos maîtres de la Faculté et des Hôpitaux qui nous ont toujours, avec la plus grande bienveillance, guidé dans nos études.

CHAPITRE I

Les origines de l'eau de boisson à bord.

Il existe actuellement deux grands modes d'approvisionnement des navires en eau potable. Ou bien le bâtiment embarque aux escales toute l'eau douce destinée à la boisson de l'équipage et des passagers pendant la traversée : c'est le système de « l'eau embarquée ». Ou bien il n'embarque de l'eau douce que pour l'alimentation des chaudières et non pour la boisson ; l'eau destinée à ce dernier usage est alors retirée de l'eau de mer, c'est-à-dire du milieu de circulation, par le procédé de la « distillation ». Nous allons envisager successivement l'une et l'autre de ces origines de l'eau potable à bord, ces deux modes d'approvisionnement différant tant par leur nature même que par leurs conditions hygiéniques.

I. — EAU EMBARQUÉE

Il y a encore quelques années, quand la navigation à voiles ne permettait le plus souvent que des escales très éloignées, il arrivait qu'un navire fut obligé, à cause de la longueur des traversées, d'économiser l'eau de boisson embarquée au départ. Pour ce faire, l'équipage pouvait avoir la ressource de recueillir à bord l'eau de pluie. Il va sans dire qu'au large, cette dernière, quand elle tombe, est à peu près exempte de germes ; mais le plus souvent elle était contaminée par la façon dont elle était recueillie, après avoir par exemple coulé le long des parois des roofs et des tentes, et par conséquent

après s'être chargée de toutes les matières organiques et de tous les microbes que peuvent contenir ces surfaces.

A la même époque il arrivait aussi, lors des voyages dans les régions froides que l'équipage s'approvisionnât en eau de boisson en retirant cette dernière par fusion de la neige ou de la glace recueillie à terre; mais l'eau ainsi obtenue, soit par l'absence de matières salines, soit par la désaération, ne pouvait, d'après les travaux de Cook et de Keraudren, être utilisée exclusivement pendant un certain temps sans préjudice pour la santé des équipages. Quant à l'eau qui a pu être puisée dans certaines circonstances à l'embouchure des fleuves, point n'est besoin d'insister pour démontrer le danger de sa consommation.

Aussi bien ces quelques moyens primitifs de s'approvisionner en eau n'ont plus cours aujourd'hui, si ce n'est cependant dans quelques cas assez rares pour certains de nos pêcheurs d'Islande et de Terre-Neuve. Actuellement, en effet, les conditions de navigation ont considérablement changé depuis que la vapeur a permis d'abréger considérablement les séjours en mer sans escales; aussi nos navires modernes peuvent-ils embarquer leur eau à peu près exclusivement dans nos grands ports, et même faire un choix parmi ces derniers. C'est dire que l'eau embarquée est souvent puisée à des sources dont la bonne qualité est notoire, qu'elle est souvent pratiquement pure à l'endroit et au moment même où elle est puisée; mais, comme nous le verrons plus loin, elle peut être contaminée, soit pendant son transfert au navire, soit à bord même de ce navire.

1°. *La qualité de l'eau embarquée dépend de sa provenance.*
Si l'eau embarquée dans nos grands ports est souvent pratiquement pure à l'endroit où elle est puisée, elle est cependant quelquefois suspecte dans certains d'entre eux, foyers de maladies hydriques : c'est ainsi que Cherbourg, Brest, Toulon sont les premières villes en France pour la mortalité par fièvre typhoïde et « si le choléra y éclatait, il y ferait des ravages tout comme jadis (H. Thierry).

D'ailleurs, si l'eau embarquée peut être suspecte dans certains de nos ports européens, que dira-t-on de celle qui est prise dans les grands ports coloniaux? C'est ainsi qu'à Saïgon, pour ne citer qu'un exemple, d'après les recherches de MM. Goéré, Saint-Sernin et Brau, l'eau de la nappe souterraine, qui alimente la ville et lui est sous-jacente, est très mauvaise pour la consommation, non seulement au point de vue chimique, mais encore et surtout au point de vue bactériologique. Elle contient, en effet, surtout à l'époque des hautes eaux le coli-bacille en petites quantités, le bacille pyocyanique en très grande abondance et aussi une amibe « analogue, disent les auteurs précités, et sans doute identique, à l'entamoeba histolytica de Shaudinn ». De même en Islande, où nos pêcheurs sont quelquefois obligés de s'approvisionner, l'eau peut servir de véhicule aux œufs du terrible tœnia échinocoque.

On voit donc que l'eau embarquée peut être dangereuse suivant sa provenance et l'on ne devra s'y fixer que si, amenée au point de prélèvement par une canalisation, elle est suffisamment garantie par une autorité digne de crédit. Cette garantie existe pour la plupart de nos ports européens, du moins quand aucune épidémie d'origine hydrique n'y sévit; mais il n'en est pas de même dans les ports coloniaux où l'hygiène recommande de ne pas consommer l'eau prise à terre sans la purifier.

2^o *La qualité de l'eau embarquée dépend aussi des modalités de son embarquement.* — Même dans nos grands ports de l'Europe l'eau embarquée peut être dangereuse, parce qu'elle peut-être souillée, comme nous l'avons déjà dit, par les intermédiaires qui servent à la transporter sur le navire. C'est dire que sa qualité dépend, non seulement de sa provenance, mais encore des modalités de son embarquement. Quels sont donc ces procédés d'embarquement de l'eau?

Les navires peuvent s'approvisionner directement à des prises d'eau spéciales établies dans la maçonnerie de certains quais, et qui reçoivent la même eau que la canalisation de la

ville. Cette eau, au moment où elle est prise, est, d'une façon générale, bonne et suffisamment pure, mais elle est par contre souvent souillée par les manches et les pompes qui servent à son transfert dans le navire. « Les manches » sont en caoutchouc, en cuir ou en toile : ce sont ces dernières qui sont les plus employées parce que les moins coûteuses. Quand on s'en est servi il convient de ne pas les laisser sur le pont, mais de les hisser en l'air, les laisser égoutter et ensuite fermer l'ouverture avec un capuchon de cuivre ; il faut, bien entendu, en dehors de leur usage, les conserver enroulées dans un endroit très propre. Encore de cette façon n'est-on pas toujours sûr d'éviter leur souillure.

« Les pompes », elles, sont de deux sortes : dans les unes l'aspiration se fait au moyen d'un piston manœuvrant dans un cylindre ; les autres, les plus employées, opèrent par la force centrifuge. Ces pompes, de même que les manches, doivent, pour éviter dans la mesure du possible les chances de contamination de l'eau, servir exclusivement au transvasement de celle-ci.

Très souvent les navires ne s'approvisionnent pas directement aux prises des quais, mais l'eau douce leur est apportée par des bateaux-citernes.

Bateaux-citernes. — Ce sont des barques spéciales, plus ou moins grandes, et munies d'un ou plusieurs réservoirs d'eau ; elles viennent se ranger le long du navire et l'eau est transvasée au moyen de manches en toile ou en cuir. Les bateaux citernes, qui peuvent appartenir au port, aux compagnies de navigation, ou à des particuliers, sont parfois recouvertes, mal fermées, de telle sorte que l'eau se trouve exposée aux souillures extérieures, et ceci d'autant mieux qu'elle peut rester longtemps dans la citerne avant de trouver preneur. De plus, ici aussi, persiste la possibilité de sa contamination par les manches, et nous ne saurions à ce sujet que répéter les recommandations énoncées plus haut.

En Angleterre, le mode d'approvisionnement des navires en eau potable par les bateaux-citernes, qui semblait à peu

près abandonné en 1914, semble d'après Brown Shaw reprendre le dessus depuis 1918. Avant la guerre en effet la Marine anglaise évitait d'une façon générale d'employer pour la boisson toute autre eau que l'eau distillée. Mais depuis, afin de diminuer la dépense de combustible et de ménager les appareils sans réduire la consommation de l'eau, beaucoup de navires ont dû consommer de l'eau prise à terre, d'où l'usage de bateaux-citernes. Avec tous les hygiénistes maritimes l'auteur pense que l'emploi d'eau de source procure une grande économie, mais cette eau est moins pure que l'eau distillée et surtout plus sujette à être polluée; aussi les citernes doivent elles être l'objet de précautions spéciales, aussi bien pour leur construction que pour leur entretien.

Les « water-boats » de l'Amirauté anglaise varient comme capacité de 16 à 150 tonnes et peuvent même aller jusqu'à 600; dans les uns les caisses à eau sont indépendantes de la coque dans les autres cette dernière contribue à former les parois, des réservoirs. A ce sujet se pose une question importante, celle de la filtration possible de l'eau de mer à travers ces parois, doublement redoutable puisqu'elle apporte à l'eau douce à la fois un goût désagréable et des germes pathogènes qui pullulent dans les eaux des grands ports. Or cette infiltration est rendue possible par ce fait que les bateaux-citernes fournissent un gros travail, par tous les temps, et subissent de nombreux chocs. Aussi nous souhaiterons avec Brown Shaw que les bateaux-citernes soient construits de telle façon que les réservoirs se trouvent séparés de la coque par un espace vide de 40 à 60 centimètres, ce qui diminuerait les chances d'infiltration de l'eau de mer. Nous demanderons en outre que soit exclue des équipages de ces bateaux tout convalescent de dysenterie ou de fièvre typhoïde présumé porteur de germes, qu'on exige une propreté corporelle minutieuse des membres de ces équipages, un entretien soigneux des réservoirs, et qu'on n'admette aucun animal à bord. Ainsi diminuera-t-on, sans toutefois les faire disparaître

complètement, les chances de contamination de l'eau à bord de ces petits navires intermédiaires.

Le procédé de l'eau embarquée, du moins pour ce qui a trait à la boisson, est depuis longtemps supprimé dans la Marine de guerre, sauf cependant pour quelques unités de faible tonnage. Dans la marine de commerce la plupart des navires à vapeur utilisent aussi l'eau distillée, mais seulement quand la provision d'eau embarquée est épuisée; cette dernière est enfin la seule utilisée à bord des voiliers. D'ailleurs, devant les prix exagérés du charbon depuis la guerre, ce système semble avoir, ainsi que l'a fait remarquer Brown Shaw pour l'Angleterre, un regain d'actualité dû au coût exagéré de l'eau distillée.

II. EAU DISTILLÉE.

Aperçu historique. — L'application du procédé de la distillation de l'eau de mer pour fournir l'eau potable aux navires, un des plus remarquables progrès de l'hygiène maritime, est relativement récente. Et cependant sa conception semble remonter à la plus haute antiquité. En effet, d'après Fonsagrives, c'est Saint Basile, qui le premier décrivit un moyen, rudimentaire il est vrai, d'obtenir de l'eau douce en partant de l'eau de mer. « Ayant fait naufrage dans une île où il était impossible de se procurer de l'eau potable, il enseigna à ses compagnons d'infortune le moyen d'en recueillir une quantité suffisante pour étancher leur soif : de l'eau de mer était chauffée dans un bassin de fer et la vapeur se condensait sur des éponges qui fournissaient de l'eau douce quand on les exprimait. » Mais depuis Saint Basile s'écoulèrent de longs siècles d'ignorance, dans lesquels, à part les essais de Sébastien de la Pollère en 1560 puis de Hauton en 1670 et de Gauthier en 1717, la question fut à peu près complètement oubliée. Vers 1761 Poissonnier et Lind ayant décrit un procédé pratique de distillation, ce dernier fut mis à l'essai sur plusieurs navi-

res par Bougainville, Cook, Phipps, Hamelin, qui s'en déclarèrent satisfaits. L'eau distillée fut cependant attaquée par Sage qui lui reprochait d'être insalubre. Kéraudren n'eut pas de peine à briser cette attaque : en effet six forçats soumis en 1817 pendant un mois à l'usage exclusif de l'eau distillée sortirent de cette épreuve aussi bien portants qu'auparavant. La cause de l'eau distillée semblait alors gagnée ; et cependant il fallut encore attendre jusqu'en 1841, époque à laquelle Peyre et Rocher inventèrent la première « cuisine distillatoire », servant à la fois à la distillation et à la cuisson des aliments, et qui fut reconnue si utile qu'on en fit rapidement bénéficier un grand nombre de navires. Depuis lors la technique de la distillation a fait d'énormes progrès et actuellement tous les hygiénistes sont unanimes pour louer ce procédé, qui est devenu réglementaire dans notre marine de guerre et qui a été adopté par beaucoup de navires de commerce. Le procédé de l'eau distillée est maintenant gagné dans les milieux maritimes, et si le problème n'est pas encore entièrement résolu, c'est que la distillation a quelques inconvénients dont le plus grand est son prix élevé.

Principe de la distillation. — En quoi consiste donc ce procédé de la distillation ? D'une façon générale on peut dire que son principe se résume à ceci : évaporer de l'eau de mer dans une bouilleur, envoyer la vapeur obtenue dans un serpentín réfrigérant où elle se condense et donne de l'eau qui peut être livrée à la consommation. La distillation est donc constituée en somme par deux actes physiques distincts :

a) d'une part l'évaporation de l'eau par l'ébullition ; cette dernière n'émet que de la vapeur pure, ne contenant aucune parcelle des sels dissous dans l'eau de mer.

b) d'autre part la condensation de la vapeur, qui circule dans un serpentín porté à basse température où elle reprend son état physique initial. L'eau ainsi distillée ne contient donc pas de sels ; elle est de plus privée de germes.

L'eau de mer qui est destinée à être distillée est puisée le

long du bâtiment par une crépine installée à un mètre environ au-dessus de la quille, et conduite au bouilleur soit par le petit drain, soit plus souvent par un conducteur spécial.

Appareils à distillation. — Ils sont en général de trois sortes :

1^o Les uns servent à la fois à la distillation et à la cuisson des aliments; ce sont les cuisines distillatoires.

2^o Les seconds ne servent qu'à la distillation et empruntent aux chaudières de l'appareil moteur la vapeur qui doit se condenser dans leur réfrigérant.

3^o Les derniers enfin empruntent également de la vapeur aux chaudières, non plus pour la condenser, mais comme source de chaleur destinée à vaporiser dans des bouilleurs spéciaux l'eau de mer sans avoir aucun contact avec elle.

De ces divers appareils les cuisines furent d'abord employées, puis on préféra emprunter aux chaudières, qui peuvent en fournir beaucoup, la vapeur destinée à devenir eau potable par condensation. Mais l'eau ainsi obtenue avait parfois un goût désagréable dû à l'émulsion par la vapeur des huiles et des graisses que les chaudières contiennent toujours en plus ou moins grande quantité. Aussi ce procédé fut-il lui-même abandonné pour celui plus pratique des bouilleurs, dont le principe consiste en ceci : de l'eau, amenée directement de la mer dans un récipient spécial est chauffée par de la vapeur empruntée aux chaudières; mais celle-ci n'a aucun contact avec elle et retourne ensuite aux chaudières. L'eau de mer est ainsi vaporisée et sa vapeur vient se condenser dans un serpentin réfrigérant pour devenir eau potable.

Parmi ces bouilleurs, plus perfectionnés que les autres appareils, les modèles sont eux-mêmes fort nombreux : c'est ainsi que la marine française emploie surtout le bouilleur « Mouraille », la marine anglaise le distillateur double « Normandy », la marine allemande le distillateur « Pape et Henneberg », la marine italienne les distillateurs « Yarian, Bonsignori et Spampani ».

En France, après avoir utilisé les bouilleurs Cousin et Weis, la marine de guerre, qui a adopté le procédé de la distillation, emploie aujourd'hui presque exclusivement le bouilleur « Mouraille ». Celui-ci est une vaste marmite recouverte par un dôme et constitué par trois réservoirs superposés : tout d'abord un réservoir inférieur où l'eau de mer entre en ébullition au contact des tubes dans lesquels circule la vapeur des chaudières. Les vapeurs émanées de cette eau de mer passent ensuite dans le deuxième réservoir, situé au-dessus du premier, et comprenant deux cônes renversés, qui ont pour but de ramener dans le réservoir inférieur les entraînements salés ou ocreux qui pourraient se produire. Elles passent enfin dans le troisième réservoir par une fente circulaire ménagée autour d'un diaphragme afin de mettre une fois encore un obstacle aux entraînements. La vapeur peut alors s'échapper, pure, par le sommet du dôme qui recouvre le bouilleur, et où un tuyau la conduit au « condenseur Perroy ». Celui-ci est constitué par une caisse que traversent les tubes amenant la vapeur. Autour de ces tubes circule un courant froid d'eau de mer grâce auquel la vapeur est condensée et devient eau potable ; celle-ci s'écoule à la sortie du condenseur dans une caisse-réservoir, d'où elle est refoulée par une pompe vers les récipients destinés à sa conservation.

Des appareils utilisés dans les marines étrangères nous ne dirons rien, car tous ont le même principe que le bouilleur Mouraille et n'en diffèrent que par certains détails dans leur construction.

Quoi qu'il en soit, pour satisfaire à la fois aux exigences de l'économie et à celles de l'hygiène, un bon appareil à distillation doit avoir certaines qualités que nous énumérerons ainsi avec M. Belli :

1^o Le métal avec lequel il est construit ne doit pas être toxique.

2^o La vaporisation doit être facile et l'espace occupé par l'appareil aussi petit que possible.

3^o Il doit pouvoir être rapidement et facilement nettoyé.

4° Son fonctionnement doit être continu et la quantité d'eau effectivement produite doit correspondre au rendement théorique du distillateur.

5° Il doit être placé dans un local présentant de bonnes conditions de ventilation, d'éclairage et d'utilisation.

6° Enfin, et c'est là le gros point, le prix de revient de l'installation et du fonctionnement de cet appareil devrait être raisonnable.

Nous verrons, en étudiant les avantages et les inconvénients de l'eau distillée, que les bouilleurs, s'ils satisfont à un certain nombre de ces desiderata, surtout au point de vue hygiénique, ne satisfont pas à tous, surtout au point de vue économique.

Avantages de l'eau distillée. — La distillation permet à un navire transportant un nombreux personnel de renouveler sans cesse sa provision d'eau potable, pour si longue que soit sa traversée. Ce fait seul constitue déjà un grand avantage, puisqu'il supprime l'opération de l'embarquement d'eau douce et qu'il met à l'abri de la disette qui pourrait se produire, si, au cours d'un trop long voyage, l'eau embarquée venait à manquer. Mais la commodité n'est pas le seul avantage de la distillation : il faut y joindre des avantages hygiéniques.

Les bienfaits de l'eau distillée à bord sont en effet énormes et le plus important d'entre eux est sans conteste son rôle prophylactique vis à vis des maladies hydriques. C'est ainsi que son adoption dans la marine de guerre française, d'après les recherches du docteur Vincent, y a fait diminuer des trois quarts la mortalité par fièvre typhoïde. Il suffit pour s'en convaincre de parcourir les Archives de médecine navale et de lire les rapports dans lesquels nos médecins de la Marine attestent le rôle bienfaiteur de l'eau distillée, par exemple ceux des docteurs Layet sur le *Talisman* (1865-1868), Barret sur les cuirassés *Victorieuse*, *Tonnerre* et *Fulminant* (1892), Abelin sur le *Magenta* (1896), Gazeau sur l'*Iphigénie* (1899) etc., etc... Ce qui est vrai, du rôle prophylactique de l'eau distillée con-

tre la fièvre typhoïde, l'est aussi contre les autres maladies infectieuses ou parasitaires d'origine hydrique; en particulier le choléra et la dysenterie : d'autres rapports l'attestent. M. Chastang a récemment rappelé les bienfaits de l'eau distillée au Congrès de la Santé publique de Marseille (11 au 17 septembre 1922); après avoir montré que grâce à son emploi dans la flotte la fièvre typhoïde a presque disparu des hôpitaux de la marine depuis vingt ans, il formula le vœu que pareille mesure soit exigée à bord de tous les navires à passagers.

INCONVÉNIENTS REPROCHÉS A L'EAU DISTILLÉE. — L'eau distillée, si elle a constitué un progrès indéniable dans la prophylaxie des maladies hydriques à bord, n'est cependant pas exempte de reproches. Elle a en effet quelques inconvénients : parmi ceux-ci les plus sérieux sont ceux inhérents à la distillation même, ceux que possède toute eau distillée, car il est difficile, sinon impossible d'y remédier.

1^o *Prix de revient élevé.* — C'est le plus grave de ces inconvénients.

Avant la guerre l'eau distillée ne coûtait pas beaucoup plus cher que l'eau douce achetée dans les ports, car dans certains d'entre eux cette dernière était très chère. Chantemesse dit en 1909 qu'à cette époque les compagnies de navigation admettaient qu'en moyenne une tonne de combustible peut distiller 5.555 litres d'eau; or une tonne de charbon coûtait alors trente francs, ce qui amenait à 0 fr. 0054 le prix d'un litre d'eau distillée. Quant à l'eau douce elle se payait de 0 fr. 50 la tonne, soit 0 fr. 0005 le litre, dans les ports où elle était le meilleur marché, à 10 fr. la tonne, soit un centime le litre, dans ceux où elle était le plus cher. On peut, en établissant une moyenne entre ces prix extrêmes, admettre qu'avant la guerre l'eau distillée ne constituait pas une dépense tellement plus forte que l'eau embarquée, tout en étant bien supérieure au point de vue hygiénique.

Mais depuis la guerre il n'en est malheureusement plus de même et la distillation de l'eau de mer est devenue maintenant très onéreuse à cause de la grande hausse des prix du charbon « Aussi, dit récemment le docteur Bellile, malgré tous ses avantages, l'organisation actuelle ne peut être considérée comme la solution idéale »; et cet auteur, comme beaucoup d'autres se demandent s'il ne faudra pas remplacer les bouilleurs, comme l'ont proposé MM. Le Méhauté et d'Auber de Peyrelongue par des stérilisateur d'eau prise à terre.

2^o Pauvreté de l'eau distillée.— On a reproché à l'eau distillée de manquer d'air et de sels, d'être trop pure : c'est possible, mais ces griefs sont sans portée sur la santé; l'expérience des six forçats soumis à l'usage exclusif d'eau distillée l'a démontré. De même Chantemesse rapporte le cas du lazaret de Camaran, sur la Mer-Rouge, où tout le personnel avait cette eau comme unique boisson. « Non seulement, dit-il, cette eau ne causait aucun trouble, mais c'est certainement à sa consommation que l'on doit attribuer l'état sanitaire excellent du personnel, alors que les indigènes du village sont souvent malades. »

D'ailleurs l'aération de l'eau distillée se fait, soit au moyen d'aérateurs branchés sur le système, soit même et aussi bien toute seule. Les chimistes ont, en effet, démontré depuis longtemps que l'eau privée d'air par l'ébullition se charge ensuite spontanément de tout l'air qu'elle peut contenir, même lorsque les expériences sont faites avec de l'eau contenue dans des carafes bouchées à l'émeri.

Quant à l'absence de sels, c'est un fait, et Layet et Fonssagrives prônaient pour y remédier l'addition à l'eau distillée de chlorure de sodium et de sels de chaux (cette façon de faire a été d'ailleurs obligatoire dans la marine russe). Mais Armand Gauthier a montré que l'absence de sels n'est point préjudiciable à la santé, si en même temps une alimentation riche permet de les remplacer. La pauvreté de l'eau distillé n'a donc d'inconvénients que combinée à la pauvreté alimentaire.

3^o *Oxydation des métaux.* — On peut encore reprocher à l'eau distillée d'avoir le triste privilège en vertu de réactions encore mal connues, d'attaquer notablement les métaux en présence desquels elle est placée. Cette oxydation, beaucoup plus prononcée pour elle que pour l'eau ordinaire, amène une désagrégation relativement rapide des parois des récipients et des conduits : nous aurons l'occasion d'y revenir quand nous traiterons de la conservation et de la distribution de l'eau.

Tels sont les quelques reproches d'ordre général que l'on peut adresser à l'eau distillée; d'ordre général parce qu'ils sont inhérents à la distillation elle-même et n'en peuvent être séparés. Nous allons voir maintenant qu'on lui en a adressé d'autres, mais d'ordre particulier, c'est-à-dire visant des inconvénients dus à quelques détails défectueux qu'on peut rencontrer dans les systèmes d'eau distillée.

3^o *Contamination possible de l'eau distillée.* — Diverses critiques ont été faites à la distillation par des médecins de la marine, surtout MM. Guezennec, Le Mehauté et de Peyre-longue. Ces auteurs ont reproché au système d'eau distillée alors en service dans la marine de guerre de permettre la contamination de cette eau par des appareils placés sur son parcours et destinés à la refroidir, l'aérer ou la filtrer.

A son origine l'eau distillée est aussi pure que l'eau de source la plus pure; mais l'une comme l'autre est susceptible de se souiller tout le long de son parcours.

A sa sortie du bouilleur la vapeur est stérile et passe dans le réfrigérant par un tuyau; mais à celui-ci peut être annexé un aérateur destiné à rendre à l'eau l'air qu'elle a perdu par l'ébullition. La vapeur fait par les trous de l'aérateur un appel énergique de l'air de la cale, qui entre avec force dans le tuyau en y entraînant des germes. On pourrait, il est vrai, filtrer cet air sur un tampon de coton, mais celui-ci aurait vite fait d'être mouillé et de laisser ensuite passer les microbes par capillarité. Le mieux est donc, quand il existe, de supprimer

ce petit appareil qui est d'ailleurs complètement inutile, puisque l'eau distillée s'aère bien d'elle-même. C'est ce qu'à fait dans notre Marine de guerre la circulaire du 3 mai 1910.

Dans le réfrigérant l'eau distillée attaque les métaux plus vivement que l'eau ordinaire, d'abord, comme nous l'avons dit, par le fait même qu'elle est distillée, ensuite à cause de sa température élevée. Il en résulte un double inconvénient :

a) la surcharge de cette eau en éléments métalliques ;

b) la possibilité de la production d'une solution de continuité dans les parois du serpentín et la contamination ultérieure de l'eau distillée par celle, souvent septique, qui circule tout autour. Il importe donc, pour prévenir cet accident, de veiller à ce que ce serpentín soit régulièrement rétamé.

A sa sortie du réfrigérant l'eau distillée, sur certains navires, passe à travers un filtre à charbon. La filtration a été établie pour arrêter les particules plombiques arrachées aux joints des appareils, les corps gras entraînés par la vapeur et les ocres ferrugineuses dont l'eau se charge au contact des parois métalliques. Or :

1^o Les dangers du plomb n'existent plus depuis que ce métal a été supprimé dans la construction des bouilleurs.

2^o Avec les bouilleurs actuels la vapeur, sauf avaries, n'entraîne plus de matières grasses.

3^o Enfin le filtre peut bien arrêter les particules d'oxyde, mais il n'empêche pas l'eau de s'en charger à nouveau ultérieurement dans les canalisations et les réservoirs placés à sa suite.

Nous pouvons donc conclure, avec la majorité des hygiénistes que le filtre est absolument inutile. Il est même nuisible. En effet M. l'Herminier a montré qu'une fois contaminé il peut à son tour contaminer l'eau qui le traverse, car s'il arrête les microbes il favorise leur pullulation et les laisse ensuite passer. C'est ainsi qu'en 1907 sur le Masséna, à l'occasion d'une petite épidémie à forme gastrique on fit une analyse de l'eau distillée et l'on trouva : avant le filtre 50 germes par

centimètre cube, et après le filtre 7666; cet appareil augmentait donc l'impureté de l'eau.

Devant ces faits on ne peut que conclure à la suppression de l'eau distillée sur les navires où existe encore « ce barbarisme de l'hygiène navale » (Varenne). C'est ce qui a été fait dans la marine de guerre, où les filtres ont été mis hors-circuit par l'instruction ministérielle du 3 Mai 1910.

Cependant il est des cas où le filtre pourrait avoir une certaine utilité, par exemple quand un navire se trouve obligé de distiller dans un port peu profond ou à l'embouchure d'un fleuve. Dans ces conditions, en effet, il peut se faire que l'eau de mer destinée à être distillée, en pénétrant dans le navire par une crépine voisine du fond, entraîne avec elle de la vase. Celle-ci, passant par le bouilleur est stérilisée, mais, pour ne pas être dangereuse, sa présence dans l'eau n'en est pas moins désagréable. Cet entraînement de vase s'est produite en 1909 sur la *Marseillaise* et le *Gueyd n*, distillant, l'un devant Sain-Nazaire, l'autre devant le Verdon. Mais l'eau n'y fut pas souillée parce que les filtres jouèrent leur rôle de clarificateur. Ces appareils peuvent donc avoir une certaine utilité. Aussi pourrait-on songer à les employer en approchant des côtes ou dans les ports, quitte à les mettre hors-circuit quand on se trouve en pleine mer, ou mieux à les placer en permanence, avant le bouilleur, entre ce dernier et la crépine de prise d'eau. De cette façon cette eau serait clarifiée sans risquer d'être souillée, puisqu'elle serait distillée par la suite.

5^o *Autres reproches adressés à la distillation* — Il peut arriver que l'eau distillée présente une forte saveur empyreumatique, qui en rend la consommation désagréable. Ce goût spécial tient à ce fait que la vapeur des chaudières, qui tient constamment en suspension des substances grasses brûlées, vient se mêler à l'eau de mer vaporisée dans les bouilleurs. Ce mélange des deux vapeurs est dû vraisemblablement à une solution de continuité dans les tubes. Le Dr Cazamian en rapporte un cas survenu sur l'*Amiral-Aube* en 1911; mais

e fait doit-être très rare, car nous n'en avons pas trouvé d'autres exemples. Aussi bien cet accident peut-il être prévenu par la visite fréquente et minutieuse des appareils distillatoires.

Enfin le dernier inconvénient de la distillation réside dans ce fait que le fonctionnement des bouilleurs peut arriver à être partiellement entravé par leur encrassement, dû au dépôt sur leurs parois de matières minérales, qui arrivent parfois à réaliser de véritables pétrifications. Il serait donc à souhaiter que l'on trouvât un moyen pratique de déminéraliser l'eau de mer avant de la distiller, et surtout de la débarrasser de son sulfate de chaux, qui est, d'après M. Varenne, « le sel le plus gênant ».

En résumé nous voyons que, de tous les reproches adressés à la distillation, seul entre vraiment en ligne de compte celui du prix de revient élevé. Les autres sont secondaires puisqu'ils sont, ou bien insignifiants, ou bien évitables avec un système bien compris d'eau distillée, tel celui réalisé actuellement dans notre marine de guerre.

III. — OBTENTION D'EAU DOUCE PAR LA CONGÉLATION

Nous ne saurions terminer l'étude des origines de l'eau à bord sans dire un mot sur un moyen possible, mais malheureusement encore théorique, de faire de l'eau douce avec de l'eau de mer : nous voulons parler de la congélation.

Si la chaleur permet en effet par la distillation de dessaler l'eau de mer et de la rendre potable, la congélation produit un résultat identique. Ce phénomène, qu'avait remarqué Samuel Reyer en 1697, n'a pas, à notre connaissance, été étudié au point de vue de sa réalisation pratique. C'est peut-être dommage, car la question est bien séduisante. « Si elle devait être un jour résolue, disent Rochard et Bodet, dans le sens de la substitution du froid à la chaleur, quels avantages ne retireraient pas les gens qui naviguent dans les pays chauds, c'est-à-dire l'immense majorité des marins, de la possibilité d'avoir toujours en abondance une eau très fraîche, si utile à la conservation des forces digestives. »

CHAPITRE II

La conservation de l'eau et sa distribution

Que devient l'eau à bord après qu'elle a été embarquée ou distillée ? Elle est d'abord conservée dans des récipients spéciaux, water-ballasts, caisses à eau ou citernes. Elle est ensuite distribuée : pour cela des pompes l'envoient, par un tuyautage, au château-d'eau, d'où elle arrive par différence de niveau aux appareils de distribution proprements dits, robinets ou charniers.

I. — CONSERVATION : LES RÉSERVOIRS D'EAU À BORD

L'eau potable était conservée autrefois dans des barriques en bois placées dans la cale ou sur le pont. Dans ces conditions, quand l'eau de mer ne venait pas se mélanger à elle pour la rendre impropre à la boisson, elle passait par des alternatives de putréfaction et de pureté relative, dues à toute une série d'actions désoydan tes et oxydantes au contact de la matière organique du bois des tonneaux. C'est ce qui avait fait dire à nos vieux marins que l'eau des barriques devait « pourrir trois fois » avant d'être potable.

On essaya de remédier à cet inconvénient en retardant la putréfaction de l'eau : à cette fin Hales au début du XVIII^e siècle recommanda le soufrage des tonneaux, puis Berthollet leur charbonnage, Perrinet l'addition à l'eau de peroxyde de manganèse, d'autres auteurs le lavage des pièces avec un lait de chaux etc.... Ces procédés constituaient sans doute une certaine amélioration, mais le véritable progrès réalisé dans ce sens fut l'adoption des caisses en tôle. Née en Angleterre vers 1815, l'idée d'utiliser des caisses métalliques fut appli-

quée pour la première fois en France vers 1820 sur la corvette Uranie et le vaisseau Le Colosse. Cette nouveauté recueillit les suffrages à peu près unanimes de nos marins. On a bien reproché à ces caisses de s'oxyder et de donner ainsi à l'eau une coloration et une saveur particulières. C'est vrai, et malgré l'opinion de Fonssagrives qui juge qu'une pareille eau est bien faite pour combattre les anémies si communes dans la navigation en pays chauds, cette oxydation constitue un gros inconvénient, que nos médecins de la Marine ont d'ailleurs réussi à supprimer.

Les récipients métalliques actuellement en usage pour conserver l'eau à bord sont de trois sortes : les water-ballasts, les caisses à eau et les citernes. Mais comme nous le verrons on utilise presque uniquement les caisses à eau.

1^o *Water-ballasts* — Immenses récipients en tôle, ils sont situés dans les parties les plus basses du navire, immédiatement au-dessus de la quille, leur paroi supérieure formant le plancher de la cale. Ils constituent donc une sorte de double fond sur une grande partie de la longueur du navire, sauf au-dessous des machines où ils sont remplacés par un puisard destiné à recevoir les eaux grasses provenant de celles-ci.

Tous les bateaux ne sont pas munis de water-ballasts; les constructeurs les considèrent en effet surtout comme des appareils stabilisateurs. « Ils ont pour but, dit le Dr Mallet, le navire étant alège, c'est-à-dire sans cargaison, ou avec une cargaison insuffisante, de donner une stabilité suffisante, et surtout de permettre que l'hélice soit convenablement immergée pour exercer sa puissance. » C'est tellement là leur rôle que sur certains navires on les remplit d'eau de mer; cependant ils servent d'ordinaire à assurer, d'une part le bon équilibre du navire, d'autre part la conservation de l'eau de boisson ou de l'eau destinée aux chaudières.

Ces récipients dans lesquels on peut descendre pour les nettoyer, par des trous percés dans la paroi supérieure sont le

plus souvent enduits intérieurement d'une épaisse couche de ciment qui augmente leur poids et protège leurs parois contre les oxydations. Ils peuvent être remplis et vidés isolément au moyen d'une pompe et d'un tuyautage spécial. Leur contenance varie avec le tonnage du navire, et l'on peut se rendre compte de la quantité d'eau qu'ils contiennent à un moment donné au moyen d'une sonde rigide introduite dans un orifice spécial. Une pareille manœuvre, quand il s'agit d'eau de boisson, est, soit dit en passant, contraire aux règles de l'hygiène; nous n'insistons pas davantage sur ce sujet, car nous y reviendrons à propos des caisses à eau.

2^o Caisses à eau — Ce sont des récipients en tôle placés le plus souvent immédiatement au dessus des water-ballasts. Elles sont en général groupées dans une « cale à eau » local presque toujours étroit, sombre, d'accès difficile. Cette situation dans les parties profondes du navire est surtout commandée par le souci de la stabilité du navire. La cale à eau est souvent trop rapprochée des machines, ce qui a l'inconvénient d'attiédir l'eau, de favoriser l'oxydation des parois métalliques et la pullulation des germes.

Entre les caisses et la coque du navire existe un espace libre où peut s'amasser de l'eau naturellement très souillée. Or, sous l'influence de la production de rouille s'exerçant à la fois intus et extra, la paroi de la caisse peut se perforer et permettre la communication de ce cloaque avec l'eau de boisson. Il y a là un danger qui indique, quand cet état de chose existe, d'établir à l'eau ainsi amassée entre les caisses et la coque une voie d'évacuation à la partie la plus déclive.

En somme la cale à eau devrait-être un local, sinon très spacieux, du moins très bien ventilé, frais et exempt de l'humidité; il devrait, en outre, bénéficier d'un éclairage parfait, car une lumière franche permettrait seule d'en déceler la malpropreté.

Le nombre et le volume des caisses varie naturellement suivant les dimensions du navire, et suivant que celui-ci utilise

ou non ses water-ballasts pour conserver l'eau potable. D'une façon générale on en trouve de 2 à 12 d'une contenance de 2 à 15 tonnes.

De même la forme de ces récipients est très variable, puisqu'ils épousent le plus souvent celle du segment de coque dans lequel ils sont situés. D'une façon générale on peut dire cependant qu'ils comprennent trop d'angles dièdres où s'amasse la rouille et qui sont difficiles à nettoyer. Aussi ces angles devraient-ils être arrondis; on pourrait par exemple donner aux caisses une forme tronc-conique avec un sommet inférieur où les dépôts viendraient s'amasser et d'où l'on pourrait les évacuer par un robinet de purge.

Quelle que soit la forme des caisses deux tuyaux aboutissent à chacune d'elles et permettent l'aspiration et le refoulement de l'eau.

Sur leur face supérieure elles présentent deux orifices d'inégales dimensions. Le premier, le plus grand, peut se fermer au moyen d'un couvercle à vis ressemblant à celui de l'autoclave; il est dit « trou d'homme »; parce qu'il est destiné à permettre le passage d'un homme au moment du nettoyage de la caisse; en dehors de ce moment-là il doit être hermétiquement fermé. Ouvert, il permettrait en effet la contamination de l'eau par des germes venus de la cale; dans les pays à moustiques ces insectes pourraient venir pulluler dans les caisses; enfin, comme le fait remarquer Jaulin, des rats pourraient également y pénétrer, puis y mourir en empoisonnant l'eau.

Le deuxième des orifices de la paroi supérieure des caisses, dit « trou de sonde », est beaucoup plus petit puisqu'il sert seulement à mesurer le niveau de l'eau dans la caisse au moyen d'une sonde. En dehors des sondages il doit être fermé par un bouchon métallique à pas de vis; en réalité celui-ci manque souvent et on le remplace par une tôle en bois recouverte d'un morceau de toile à voile dont la propreté est douteuse; quelquefois même l'orifice reste ouvert, permettant ainsi aux germes de la cale d'entrer dans la caisse.

Sur certains navires le trou de sonde est remplacé par un

tuyau, qui, des caisses, monte à travers les entreponts jusqu'au pont, c'est-à-dire à un endroit très accessible ; le sondage est alors plus facile. Quelle que soit la disposition du trou ou du tube de sonde, cette dernière est une tige métallique graduée que l'on plonge directement dans la caisse. Cette opération se renouvelle tous les-jours pour la caisse en vidange. On conçoit dès lors la possibilité d'une contamination de l'eau soit par la sonde elle-même, qui traîne souvent n'importe où, soit par la simple ouverture de l'orifice qui permet la chute particules étrangères dans la caisse. C'est cet inconvénient que la Marine de guerre, la première, a supprimé en remplaçant les trous de sonde par des tubes à niveau en verre ; cet exemple a d'ailleurs été suivi par quelques compagnies de navigation et tend heureusement à se généraliser.

Outre le trou d'homme et le trou de sonde les caisses à eau possèdent pour la plupart sur leur face supérieure un orifice d'où part un tube en $\cap$ destiné à l'aération ; il a l'inconvénient de permettre la souillure de l'eau par les poussières de l'air, surtout quand on manipule des marchandises dans le voisinage des caisses. Plus conforme aux règles de l'hygiène est l'aérateur adopté par la marine de guerre : c'est un tuyau en col de cygne terminé par une sorte d'entonnoir contenant de l'ouate aseptique : l'air peut ainsi pénétrer dans les caisses à l'exclusion des poussières et des microbes. Plus perfectionnée encore est la grande boîte à ouate que le docteur Renault a proposé d'annexer à un collecteur de prise d'air établi sur chaque groupe de caisses, et qu'il a heureusement utilisée en 1912 à bord du *Mirabeau*.

Revêtement intérieur des caisses. — L'eau de boisson, embarquée et surtout distillée, stagnant dans les réservoirs en tôle, il en résulte la formation de rouille, qui a le double inconvénient, d'abord de donner à l'eau un aspect et une saveur peu agréables, ensuite d'user lentement les parois des caisses par une sorte de corrosion, qui peut aboutir à une véritable perforation. Aussi, dans un but à la fois économique et hygié-

nique, les caisses doivent être doublées intérieurement d'un enduit protecteur.

Mais quel sera cet enduit ?

On a utilisé successivement l'enduit de cire blanche (Ledeau), une composition de résine, d'huile d'olive et de brique porphyrisée (Ruyter-Varfusée), le mastic des fontainiers; tous ces procédés présentaient des inconvénients qui les firent abandonner.

Un bon enduit protecteur, pour être à la fois pratique et hygiénique, doit en effet présenter plusieurs conditions :

1^o Il doit être très adhérent et facile à appliquer.

2^o Il ne doit pas attaquer le fer et doit pouvoir résister aux ébranlements et aux vibrations du navire;

3^o Il ne doit pas introduire dans l'eau de principes nocifs ou de goût désagréable.

4^o Il ne doit pas être d'un prix trop élevé.

5^o Enfin il doit être facile à nettoyer et à désinfecter.

Parmi tous les procédés proposés depuis quelques années pour protéger le métal des caisses, un surtout paraît réunir tous ces avantages : c'est le « cimentage ». Préconisé en 1887 par Linhardt, il a depuis fait fortune. Ainsi qu'il résulte des expériences de Sestini, il répond en effet à presque tous les desiderata. Tout d'abord le ciment adhère bien au fer, car le coefficient de dilatation de ces deux corps est à peu près le même. D'un autre côté le cimentage n'introduit dans l'eau aucun principe nocif : Sestini a en effet montré que l'eau conservée dans des récipients cimentés s'alcalinise d'abord; mais cette alcalinité diminue rapidement et n'est d'ailleurs jamais assez forte pour nuire à la santé; cet auteur prétend même montrer qu'elle met obstacle au développement des microbes. Enfin ce procédé est peu coûteux et le ciment forme à l'intérieur des caisses une surface lisse facile à nettoyer et à désinfecter.

Le cimentage des caisses a été expérimenté en France en

1904 par M. Valence, médecin de la Marine, à bord de la *Marseillaise*.

Pour avoir un revêtement solide et hygiénique cet auteur commença d'abord par faire gratter les parois des caisses à la brosse métallique pour enlever les particules oxydées. Puis ces mêmes parois furent stérilisées par la flamme d'une lampe de soudeur, et l'on y appliqua alors deux couches d'un lait de ciment (3 parties de ciment de Portland pour 2 parties d'eau), fait avec de l'eau bouillie dans un seau émaillé et flambé; ces couches furent appliqués au moyen de blaireaux à peinture stérilisés dans l'eau bouillante.

De cet essai M. Valence conclut que le cimentage constitue un moyen de protection efficace des caisses; il tient bien même pendant les traversées mouvementées; cependant à la longue il se laisse boursouffler sur certains points. Ces boursoufflures finissent même par crever en libérant les oxydes qu'elles contiennent. Il en résulte que la protection par le ciment risque de ne plus être efficace au bout d'un certain temps, que l'expérience a permis de limiter approximativement à 7 ou 8 mois; on peut donc profiter pour recimenter les caisses de chaque passage du navire au bassin, ce qui a lieu environ tous les six mois.

Depuis une vingtaine d'années le procédé du cimentage a été reconnu si avantageux, qu'il a été adopté par notre marine de guerre et qu'on en a fait bénéficier un grand nombre de paquebots.

M. Cazamian, reprochant au ciment étalé au pinceau de former une couche trop mince et se détériorant trop vite, a proposé de faire cette application à la truelle. Il adopta cette manière de faire sur le *Condé* avec d'excellents résultats. Sans doute ce procédé nécessite-t-il une plus grande quantité de ciment (250 kilos pour 15 tonnes de caisses); mais il donne aux récipients « une paroi unie, sèche, dure comme du métal, sous laquelle disparaissent complètement les angles et les têtes de rivet, amorces de rouille », et qui peut durer plusieurs années.

Une autre modification du cimentage a donné à M. Le Méhauté, qui l'a essayée vers 1905 sur le *Duguay-Trouin*, d'excellents résultats : c'est le « cimentage paraffinage ». Il consiste à faire d'abord un cimentage ordinaire, puis à appliquer au tampon sur le ciment réchauffé au chalumeau de la paraffine fondue au bain-marie; la surface ainsi paraffinée est ensuite chauffée à nouveau pour permettre la pénétration de la paraffine dans tous les pores.

M. Le Méhauté a songé à associer la paraffine au ciment parce qu'elle est complètement insoluble, sans affinité pour les bases et les acides. De plus son imperméabilité isole bien le ciment et empêche l'alcalinisation de l'eau. Enfin l'union des deux corps est si intime que l'enduit qui en résulte est d'une élasticité et d'une adhérence remarquables.

Outre le cimentage et le cimentage-paraffinage, il existe toute une série d'autres procédés possibles pour le revêtement intérieur des caisses.

On a par exemple proposé le « zingage »; mais l'industrie ne l'a pas encore assez perfectionné. De plus les expériences de Sestini et de Carnevali ont montré qu'une eau très pure, par exemple l'eau distillée, est capable de dissoudre une partie du zinc après un contact relativement court. Or ce métal est dans le commerce souvent impur : il pourrait donc donner lieu au passage de substances toxiques dans l'eau. Cependant le zingage n'a pas encore dit son dernier mot, et peut-être détrônera-t-il un jour le cimentage, quand l'industrie pourra, d'une façon courante, obtenir du zinc pur et le déposer par électrolyse sur les parois des caisses : on aurait ainsi un revêtement solide, parfaitement stérilisable et inoffensif.

La marine anglaise a adopté un enduit spécial, la « rosbonite », mélange de goudron de houille, de résine et d'huile d'olive. Son application se fait de la même façon que celle du ciment. D'après Brown Shaw la rosbonite donne d'excellents résultats, en particulier au point de vue de la résistance de l'enduit, qui dure de trois à six ans. Nous ne croyons pas qu'un pareil procédé ait été essayé en France; peut être y aurait-il lieu de le faire.

En résumé, pour protéger les parois des caisses contre l'oxydation, c'est le cimentage (ou le cimentage-paraffinage), qui reste actuellement le meilleur procédé, surtout quand le ciment est appliqué sur des caisses neuves ; d'après le docteur Varenne, la durée du revêtement serait en effet courte sur des caisses déjà attaquées par la rouille. Peut-être l'Industrie nous dotera-t-elle un jour de récipients de conservation parfaits, soit enduits de verre fondu sous de grandes épaisseurs soit émaillés ou zingués. Mais en attendant ces heureux progrès, nous n'avons en somme qu'un enduit pratique pour protéger les parois des caisses, le ciment : utilisons-le.

Nelloyage et désinfection des caisses. — Les caisses, soit parce qu'elles sont mises en service pour la première fois, soit parce qu'on soupçonne leur contamination, doivent être nettoyées et désinfectées de temps en temps. Quand on n'a pas à craindre la présence de germes dangereux, on peut se contenter d'un grand lavage au permanganate puis à l'eau, suivi, sur les caisses cimentées, de l'application d'une nouvelle couche de lait de ciment.

Mais quand on craint la contamination de ces récipients par des microbes pathogènes tels que ceux de la fièvre typhoïde du choléra et de la dysenterie, il convient d'opérer une désinfection plus énergique. Pour cela deux moyens s'offrent à nous : le flambage intérieur des caisses ou leur stérilisation par la vapeur sous pression ; les désinfectants chimiques très puissants sont trop nocifs pour être employés ici .

Le flambage s'opère à l'aide d'une lampe à souder dont on promène la flamme sur les parois de la caisse en commençant par le haut, puis en continuant sur les côtés pour finir par le bas : on évite ainsi de souiller ce que l'on vient de désinfecter. Cette opération doit être pratiquée sous la surveillance du médecin.

Quand on ne possède pas de lampe à souder, on peut, comme l'a fait M. Lasserre, réaliser le flambage au moyen d'un gros tampon de coton imbibé d'alcool et fixé à l'extrémité d'un

manchon métallique. Ce procédé est simple, pratique et relativement économique; il est de plus très efficace car il tue les germes des caisses comme sont tués ceux des plateaux flambés dans nos salles d'opération.

La vapeur d'eau peut aussi être employée pour cette désinfection, par la transformation de tout le système d'eau en une vaste étuve sous pression. Pour pratiquer une telle désinfection il faut se servir d'une vapeur aussi pure que possible; celle du bouilleur présente cette condition; on la fait parvenir directement aux caisses, sans passer par le réfrigérant, par un tuyau spécial.

Ce procédé, qui a été adopté par la Marine de Guerre, est très efficace; il a surtout l'avantage d'éviter la descente des hommes dans les caisses et de réaliser une désinfection générale de tout le système d'eau, récipients et tuyautage, infiniment préférable à une désinfection morcelée. Malheureusement il suppose la présence à bord de caisses très résistantes et d'un bouilleur; aussi, pour les navires qui n'utilisent que l'eau embarquée est-on obligé de s'en tenir au procédé, d'ailleurs excellent, du flambage.

3^e CITERNES. — Les caisses à eau, à cause de leur volume relativement petit, sont nombreuses sur un navire, ce qui rend d'autant plus difficile leur surveillance et leur nettoyage. Aussi a-t-on cherché à conserver l'eau dans des réservoirs beaucoup plus vastes, les « citernes », qui ont été mises à l'essai sur le *Massena* et le *Marseillaise*; on ne les rencontre d'ailleurs que sur quelques navires de guerre de tonnage élevé.

La citerne est un compartiment analogue à une soute et de forme parallépipédique. Située au-dessous du pont cuirassé pour être mieux protégée pendant les combats, elle a toute la hauteur de l'étage dans lequel elle se trouve. Les parois, intérieurement tapissées de ciment, sont en tôle et reliées entre elles par des cloisons intérieures ajourées, qui assurent leur rigidité. Comme la caisse à eau, la citerne com-

prend un trou d'homme, un niveau d'eau latéral et un aérateur. Le fond n'est pas horizontal : il est légèrement incliné avec une partie déclive, où il est bon de placer un robinet de vidange. Quant à sa désinfection et son nettoyage, nous ne saurions que répéter ici ce qui a été dit à propos des caisses.

4^o CONSERVATION DE L'EAU SUR LES BATEAUX DE PECHE. —

Si les grands voiliers modernes possèdent comme les vapeurs des caisses à eau métalliques le plus souvent cimentées à l'intérieur, il n'en est pas de même de nos bâtiments des flottilles de pêche d'Islande et de Terre-Neuve. Sur ces bateaux l'eau, qui est déjà souvent prise n'importe où et n'importe comment, est encore la plupart du temps conservée dans des barriques en bois. Celles-ci servent d'habitude, une fois vidées, à rapporter les foies de morue ; aussi sont elles renouvelées chaque année ; mais elle ne subissent qu'un nettoyage insignifiant avant d'être mises en service.

Il serait de tout intérêt pour nos pêcheurs, dont la vie est déjà si pénible, qu'on songeât à remplacer ces primitifs barils de bois où l'eau se conserve très mal par des caisses à eau métalliques cimentées. Certes le bateau pourrait transporter un peu moins de morues, mais les armateurs n'y perdraient pas grand'chose alors que nos pêcheurs y gagneraient beaucoup. On a dit que l'eau est la dernière boisson pour le pêcheur d'Islande et qu'il n'en use guère que pour la cuisine : c'est un peu vrai ; mais peut-être serait-elle mieux appréciée si elle était meilleure.

II. DISTRIBUTION DE L'EAU.

Des récipients où elle est conservée, l'eau, pour être distribuée, passe sous l'action de pompes dans un « tuyautage » qui l'amène au « château d'eau » ; de là, par simple différence de niveau, elle coule jusqu'aux « appareils de distribution

proprement dits », robinets et charniers. Elle peut même dans certains cas arriver à ces dernier directement, sans passer par un château d'eau, sous la seule action des pompes.

1^o TUYAUTAGE. — C'est l'ensemble des conduits qui, des caisses, amènent l'eau à l'endroit où elle est distribuée. Il est en fer ou en cuivre étamé et ne doit en tout cas jamais être fait avec un alliage au plomb. En effet, malgré les chasses répétées, l'eau séjourne dans ses parties déclives et ses courbures : elle pourrait donc attaquer l'alliage et entraîner des sels de plomb, si nuisibles à la santé. C'est ce qui se passa au début de la distillation. A ce moment là en effet on vit sévir avec une intensité remarquable sur les équipages une maladie que l'on désigna successivement sous les noms de colique sèche, colique nerveuse, névralgie du grand sympathique. « Pas un navire, dit Le Méhauté, ne quittait les côtes de France pour aller sous les tropiques sans voir se développer à son bord une épidémie plus ou moins grave qui prenait parfois les proportions d'un véritable désastre. Telles furent par exemple celles qui sévirent sur l'*Erigone* aux Antilles et sur l'*Africaine* à la Guyane. La première avait 303 hommes d'équipage et présenta 407 cas de colique sèche, en y comprenant les récidives ; 20 hommes succombèrent ; la deuxième, sur 250 hommes en vit 203 rapidement atteints par le fléau et put à grand'peine terminer sa campagne ». Cet état de choses était alors la grande préoccupation des médecins de la Marine, mais la genèse de cette maladie était inconnue, et il fallut toute la sagacité de Raoul et surtout de Lefèvre pour montrer, contrairement à l'opinion de Fonssagrives, Dutrouleau et Rochard, qu'elle n'était autre chose que la colique de plomb. Les cuisines distillatoires étaient en effet munies d'un tuyautage de plomb pour amener l'eau aux caisses, et cette eau, qui sortait chaude des cuisines, se chargeait au passage d'hydrate de plomb, seule véritable cause de la maladie. Dès que ce danger fut connu on eut vite fait de le supprimer. Aussi, actuellement, la question de la colique sèche n'a plus pour les médecins de

le Marine l'intérêt captivant qu'elle avait au temps de Lefèvre. Elle a disparu de la pathologie nautique, mais, pour qu'elle n'y revienne pas, il importe que le plomb n'entre jamais dans la composition du tuyautage.

Celui-ci a l'inconvénient de s'oxyder sous l'action de l'eau ; on cherche depuis longtemps à y remédier, mais, « parmi les procédés proposés aucun n'a prévalu parce que les faibles résultats obtenus n'étaient pas en rapport avec les difficultés rencontrées. » (M. Renault.) C'est ainsi que M. Le Méhauté a proposé de paraffiner l'intérieur du tuyautage ; mis à l'essai sur le *Dugay-Trouin* ce procédé aurait assuré une protection très efficace de la canalisation. Un autre procédé, dit de Barff, consiste à faire passer pendant plusieurs heures de la vapeur surchauffée dans les tubes eux-mêmes chauffés à blanc ; il se formerait ainsi un oxyde magnétique de fer capable de résister plusieurs années. Mais ces procédés sont d'application difficile, et actuellement la canalisation idéale, inoxydable, inoffensive, pratique et bon marché reste encore à trouver. Espérons que l'Industrie, qui progresse sans cesse, nous la fournira bientôt.

Indépendamment de sa composition le tuyautage doit, pour les besoins de l'hygiène, remplir certaines conditions :

1^o Tout d'abord il doit être continu : aucune manche de cuir ou de toile ne doit être interposée entre deux segments métalliques ;

2^o Il doit être complètement fermé, ne communiquer nulle part avec l'air extérieur ;

3^o Il doit être le plus court possible, avec un minimum d'angles et de déclivités favorisant la stagnation de l'eau, donc l'oxydation.

4^o Enfin, il doit être rigoureusement indépendant, doit servir uniquement à la circulation dans le navire de l'eau de boisson. A ce propos il est bon, comme cela existe dans la marine de guerre, que chacun des différents tuyaux qui parcourent le bâtiment ait une teinte conventionnelle. Cette réalisation du matériel parlant de Ch. Poidloüe permet de recon-

naitre immédiatement auquel de ces conduits on a affaire et quel est son contenu.

Quant à la désinfection du tuyautage, un seul procédé est capable de la bien réaliser, celui qui utilise la vapeur des bouilleurs. Préconisé par M. Guezennec et essayé pour la première fois en 1902 sur le *Jaurréguiberry*, il débarrasse les conduits de leurs ocres et en même temps les désinfecte. En effet la vapeur qui sort du bouilleur Mouraille conserve un certain temps sa pression initiale, qui est d'environ 1 kgr. 200 et correspond à une température de 108°, suffisante pour obtenir la destruction de la plupart des agents pathogènes, en particulier ceux de la fièvre typhoïde, du cholera et de la dysenterie c'est-à-dire ceux que l'on peut rencontrer dans le système d'eau du bord.

Malheureusement ce procédé n'est réalisable que sur les navires possédant un bouilleur. Sur ceux qui utilisent uniquement de l'eau embarquée, force est d'avoir recours à celui bien moins efficace de la désinfection par des substances antiseptiques; en cas d'urgence le tuyautage, comme l'ensemble du système d'eau, peut être désinfecté par l'anhydride sulfureux au moyen de l'appareil Clayton, comme le docteur Abelin l'a fait en 1905 sur le « d'Assas » au cours d'une épidémie de cholera d'origine hydrique.

2° CHATEAU D'EAU. — Situé dans les parties hautes du navire, il est constitué par une grande caisse en tôle, possédant un trou d'homme pour permettre le nettoyage, un tube d'aération et un trou de sonde, qui, lorsqu'il existe, doit être ici aussi remplacé par un tube à niveau en verre.

A cause de sa situation sur les parties découvertes du navire, il subit l'action des rayons solaires, intense dans les mers tropicales : sous cette influence l'eau qu'il contient s'échauffe et devient à la fois désagréable à boire et particulièrement apte aux pullulations microbiennes. Pour parer à cet inconvénient on a proposé plusieurs procédés, Chantemesse parle de recouvrir le château-d'eau d'une substance mauvaise conductrice

de la chaleur, par exemple d'une double enveloppe de feutre et de bois.

Bellile propose un moyen, très simple également, qu'il a réalisé avec plein succès sur le *Kléber*. « Les caisses-relais du château-d'eau, dit-il, avaient été recouvertes d'un épais matelas de coton spongieux, et celui-ci était maintenant imbibé d'eau par le jeu d'un tuyautage spécial percé de trous et greffé sur la canalisation générale d'eau de mer. L'évaporation à la surface des caisses les transformait en quelque sorte en de vastes alcarazas. »

Mais à cet égard nous pensons que le château-d'eau le mieux compris est celui que M. Le Mehauté a fait installer sur le *Duguay-Trouin*, où il a permis de distribuer aux hommes de l'équipage une eau à la fois pure, agréable et fraîche. Ce château est placé sur la batterie haute. C'est un récipient cubique, contenant environ 800 litres, et dont l'intérieur est revêtu de ciment paraffiné. Il est hermétiquement clos et communique avec l'extérieur uniquement par une soupape de ventilation surmontée d'un tube en Ω , qui se termine lui-même par un entonnoir rempli de coton pour filtrer l'air.

Ce château-d'eau possède en outre un niveau d'eau latéral en verre et un trou d'homme. Mais-celui-ci, en dehors des heures de nettoyage, est toujours fermé, car à son pourtour est adopté un appareil réfrigérant. Ce dernier est constitué par un cylindre métallique fermé à sa partie inférieure et plongeant dans l'eau; il peut contenir huit à douze kilos de glace. Un diaphragme perforé ménage dans le bas un petit espace où l'eau de fusion vient tomber et d'où elle est évacuée par un tuyau de purge qui vient déboucher à l'extérieur du château-d'eau. La glace est ainsi maintenue au milieu de l'eau qu'elle rafraîchit sans pouvoir la souiller.

Un château d'eau bien compris doit, comme les caisses, être revêtu intérieurement de ciment simple ou paraffiné. Il doit de plus être soumis aux mêmes conditions de nettoyage et de désinfection que ces autres récipients.

3^e APPAREILS DE DISTRIBUTION PROPREMENT DITS. — Des robinets métalliques où l'on vient puiser l'eau avec des récipients divers (bouteilles, carafes, etc...), nous ne dirons rien car ils sont parfaits au point de vue de l'hygiène. Malgré des différences possibles dans le détail de leur construction ils sont en effet les mêmes à bord que dans les maisons.

Mais il existe un mode de distribution beaucoup moins conforme aux règles de l'hygiène et encore en vigueur sur beaucoup de voiliers, de cargos et sur les navires de guerre, celui des « charniers ».

Charniers. — Ce nom, qui est fait pour inspirer un sentiment de malaise, vient d'après M. Mallot, de ce que ces appareils étaient autrefois voisins d'une sorte de garde-manger où les matelots déposaient le restant de leur ration; il correspond à des récipients d'un genre spécial.

Placés sur le pont, ceux-ci ont une forme tronc-conique. Construits autrefois en bois, peut-être même encore sur certains voiliers, ils sont sur les navires de guerre actuels en métal avec un revêtement intérieur en caoutchouc du système Lacollonge destiné à empêcher l'oxydation des parois. Le charnier est recouvert à sa partie supérieure par un couvercle qui doit toujours être soigneusement tenu fermé, afin d'empêcher la contamination de l'eau par les germes de l'air et par les hommes qui ne se feraient pas faute d'y puiser directement avec leur quart. Cette contamination a été prise plusieurs fois sur le fait. « Cette année même sur le *Marceau*, dit M. D'Auber de Peyrelongue en 1901, un certain nombre de cas de fièvre typhoïde se déclarent (peu graves d'ailleurs). On fait une enquête sur leur étiologie et l'on arrive à cette conclusion : la contamination de l'eau du bord, non par le tuyautage, trouvé propre, et contre lequel les analyses bactériologiques ne révèlent rien, mais par les charniers. Les marins y puisant avec leur quart, plongeaient en même temps leurs doigts dans cette eau. Revenant des poulaines au moment où ils allaient la puiser, et ne se lavant pas rigoureusement

les mains au préalable, ils introduisaient le microbe dans l'eau de boisson. » Le même fait a été vu par le docteur Bonain et d'autres auteurs; c'est dire qu'il n'est pas très rare et qu'il nécessite la fermeture hermétique du couvercle du charnier.

Autrefois l'homme qui désirait boire aspirait directement l'eau de ce récipient au moyen d'un tube spécial, le suçon, qui était le même pour tout l'équipage. Actuellement ce système a été remplacé par un robinet qui permet de faire couler l'eau dans un gobelet attaché au charnier par une chaîne : c'est donc un gobelet commun. On conçoit qu'un pareil usage va à l'encontre de l'hygiène, car il peut amener la transmission per os de toute une série de maladies, mais surtout de la syphilis par un mécanisme de contagion analogue à celui de la syphilis des verriers.

On a essayé de remédier à cet inconvénient, mais le grand nombre des appareils proposés nous montre qu'aucun d'eux n'est réellement pratique. Les premiers de ces appareils ont pour but de livrer à l'homme qui désire boire un gobelet désinfecté. C'est ainsi que Cazamian propose d'immerger le gobelet dans un local placé sur le charnier et renfermant une solution boriquée à 20 ‰. C'est dans le même but que M. Castaingt a imaginé ses plaquettes stérilisées destinées à empêcher les lèvres du buveur de toucher le gobelet, M. Renault son rinceur automatique de gobelets, M. Bonain, son distributeur automatique de gobelets aseptisés, etc...

Dans les autres appareils le gobelet est supprimé : telle est la fontaine à pipettes individuelles de M. Le Mehauté, qui a été essayée avec succès sur le « Duguay-Trouin »; mais cet appareil, comme presque tous les précédents, n'a pas donné en escadre les beaux résultats observés sur certains navires possédant un personnel choisi, tel que le navire école « *Duguay-Trouin* ».

Devant les difficultés de réalisation pratique de tous les procédés proposés, il semble que le mieux serait de supprimer définitivement les charniers et de les remplacer par des rampes

métalliques à robinets, beaucoup plus propres. Malgré le nombre de ces robinets les gobelets resteraient encore, dans une certaine mesure, communs. Pour tourner la difficulté on pourrait en donner un à chaque matelot, ou bien construire les robinets de telle façon que les hommes n'y puissent boire qu'à la régälade. Dans ce but on pourrait, par exemple, comme l'a proposé le docteur Titi, utiliser des robinets à orifice extérieur rétréci pour ralentir l'écoulement, et protégés du contact des lèvres par des garnitures métalliques pouvant affecter diverses formes (plaques, tulipes, entonnoirs etc...)

De ce court exposé sur les charniers, nous pouvons conclure que la Marine de guerre, en adoptant l'eau distillée, a résolu le problème de la production pour ses équipages d'une eau de boisson excellente. Mais un tel effort ne devrait pas s'arrêter là ; il devrait viser la suppression des charniers. Il y a là un contraste, entre la bonne compréhension de la production de l'eau distillée, de sa conservation, et les mauvaises conditions hygiéniques de sa distribution. Ce contraste devrait disparaître.

CHAPITRE III

Règlement concernant l'eau de boisson à bord

I.— DANS LA MARINE DE GUERRE

A bord des navires de guerre la question de l'eau potable a été réglementée minutieusement par l'Instruction du 3 mai 1910. Nous ne saurions reproduire ici en détail tout le texte de cette longue instruction, mais nous allons cependant en résumer les points principaux :

1^o PRINCIPE DES INSTALLATIONS. — L'eau potable doit être exempte de germes pathogènes et de germes de provenance suspecte. Or, seules l'eau distillée et l'eau stérilisée peuvent remplir ces conditions. La distillation, à laquelle il faudra toujours avoir recours pendant les traversées de longue durée, est actuellement la seule pratique à bord.

Pour éviter la pollution de l'eau distillée avant sa consommation il faut une spécialisation absolue de tout le système (pompes, tuyautage, caisses), qui ne doit pas pouvoir être employé pour un autre service.

Les filtres et les aérateurs sont supprimés sur tout son parcours.

2^o ALLOCATIONS. — L'eau distillée est employée pour la boisson, la panification et les usages médicaux...

3^o TUYAUTAGE. — Il dessert : les fontaines d'équipage, les caisses du four, de la salle de visite et de la salle d'opérations.

Tous ses robinets doivent être munis de cadenas. Les différentes parties de ce tuyautage sont fixes et faites en acier, sans zingage ni étamage. Quant au plomb et ses dérivés ils en sont formellement exclus.

Le système d'eau distillée doit être disposé de façon à pouvoir être stérilisé périodiquement à l'aide de la vapeur provenant de la distillation.

4^o RÉCIPIENTS. — *a) Caisses à eau.* — Elles sont du modèle ordinaire, mais sans joint plastique, l'étanchéité étant assurée uniquement par matage. Elles doivent être cimentées intérieurement pour éviter la production de rouille.

Le trou d'homme est obturé par une trappe munie d'une fermeture à clef, et autant que possible placé sur l'une des faces latérales.

Chaque caisse doit posséder un tube de niveau facilement démontable et protégé par une armature métallique, un robinet de vidange placé au point le plus déclive de manière à assurer l'assèchement complet, et enfin une prise d'air formée d'un tube en col de cygne terminé par une sorte de pomme d'arrosoir facilement amovible et contenant de l'ouate aseptique.

b) Fontaines d'équipages. — Elles sont en tôle d'acier et tapissées intérieurement de caoutchouc par le procédé Lacollonge. Leur couvercle doit être muni d'une fermeture à cadenas ; elles doivent posséder de plus un niveau d'eau latéral et un dispositif de refroidissement utilisant la glace et son eau de fusion.

Les gobelets mis à la disposition de l'équipage sont attachés par une chaînette à la fontaine.

Quant aux tables, elles emmagasinent l'eau de boisson qui leur est destinée dans des réservoirs amovibles en verre épais que l'on va remplir au robinet de distribution .

5^o UTILISATION ET SURVEILLANCE DES INSTALLATIONS. —

a) L'eau distillée, dont la ration est en principe fixée à deux litres par jour et par homme, est distribuée suivant les be-

soins dans les fontaines d'équipage et à la boulangerie au moyen de robinets à cadenas dont les clefs restent entre les mains du délégué de l'officier en second. Aux tables la distribution est faite par ce délégué à des heures déterminées.

b) C'est le médecin-major qui est chargé de la surveillance de tous les appareils destinés à assurer la production, la conservation et la distribution de l'eau distillée.

Le cimentage intérieur des caisses doit être renouvelé environ tous les six mois, au moment du carénage du bâtiment, ou plus souvent si le médecin-major le juge utile, et exécuté par les moyens du bord sous la direction de cet officier du corps de santé. En dehors de cette circonstance les trous d'homme sont fermés à clef et les clefs sont déposées entre les mains de l'autorité responsable.

Le tuyautage est démonté en présence du médecin-major et désinfecté à la vapeur des bouilleurs si celui-ci le juge utile. Pour être efficace cette désinfection doit comporter l'émission, dans toutes les caisses ou fontaines vides, de vapeur fluente à 100° et doit durer 30 minutes.

Les fontaines d'équipage restent en tout temps fermées au cadenas, sauf pendant le nettoyage, qui est effectué aux époques et dans les conditions indiquées par le médecin-major.

En cas de maladie imputable à la qualité de l'eau distillée consommée à bord, l'ensemble du dispositif de circulation de cette eau (réfrigérants, caisses à eau, fontaines, canalisation), sera, sur réquisition du médecin major, soumis, sous sa direction, à une désinfection générale par la vapeur. »

Le résumé de ces règlements nous montre que la Marine de guerre, tant pour la production que pour la conservation et la circulation à bord de son eau de boisson, a su adopter un système conforme aux règles de l'hygiène. Seul le mode de distribution de cette eau pêche encore, mais le jour où il sera à la hauteur du reste, l'ensemble sera bien près d'être parfait.

II. — DANS LA MARINE MARCHANDE.

Les règlements au sujet de l'eau potable sont ici bien moins explicites que ceux de la marine de guerre, où tous les détails sont l'objet d'une description minutieuse. Ils se trouvent en effet condensés dans les articles 31 et 32 du Décret du 21 septembre 1908 et dans l'article 71 de l'Instruction ministérielle du 17 mai 1909.

1^o DÉCRET DU 21 SEPTEMBRE 1908 — *Art. 31* (modifié par l'art. 3 du décret du 4 août 1910). — Les navires doivent être approvisionnés en eau potable.

Les récipients à eau douce, généralement connus sous le nom de caisses à eau et de charniers ne peuvent pas être en bois. Cette disposition toutefois ne s'applique pas aux barils de galère des embarcations. Elle ne s'applique pas non plus aux navires de pêche opérant avec salaison à bord, qui sont autorisés à embarquer l'eau potable dans des barriques neuves ayant subi le traitement nécessaire pour assurer une bonne conservation de l'eau.

Les récipients à eau douce sont revêtus à l'intérieur d'un enduit, ciment ou autre, d'épaisseur convenable.

Ils sont munis d'un tuyau d'air, disposé de façon à ne pas permettre l'introduction de corps étrangers, d'un bouchon de vidange, et d'une ouverture assez large pour qu'un homme puisse s'y introduire en vue de leur nettoyage et de leur visite. Cette ouverture est disposée de façon à pouvoir être hermétiquement fermée dans l'intervalle des visites.

Les caisses à eau douce sont placées autant que possible dans la cale et surélevées au-dessus du vaigrage.

Elles sont munies d'un tuyau de sonde. Une sonde spéciale est placée au voisinage du dit tuyau.

Une pompe reliée à un tuyautage spécial est exclusivement affectée à la manutention de l'eau des caisses à eau d'alimentation.

Les joints des tuyaux et des caisses ne sont jamais faits avec des composés de plomb.

L'équipage doit disposer, pour son usage exclusif, de récipients de dimensions convenables. Sur les navires à vapeur un charnier est réservé au personnel du pont et un autre au personnel de la machine; ils sont placés au voisinage des postes.

Les récipients sont nettoyés à fond au moins tous les trois mois, ou à la suite de l'apparition d'une épidémie attribuable à l'eau du bord.

Art. 32. — Les navires à vapeur et les navires à voiles pourvus d'une chaudière, qui sont armés au long-cours, et dont l'effectif, équipage et passagers, dépasse 30 personnes, doivent être munies d'un appareil à distiller l'eau de mer

2^o INSTRUCTION MINISTÉRIELLE DU 17 MAI 1909 — Chapitre IV: Visites de partance et contrôle des Inspecteurs de la navigation maritime

Art. 71. Il (l'inspecteur) veille à ce que les récipients à eau douce potable soient nettoyés à fond tous les trois mois, conformément à l'article 31, § 10 du règlement, à ce qu'aucune défectuosité ou détérioration ne compromette les qualités requises des différents récipients, et à ce que les caisses à eau, charniers, barils, etc. soient en parfait état d'entretien et de propreté.

Il s'assure que, sur tout navire en partance, l'approvisionnement contenu dans les caisses à eau potable est calculé sur la base de cinq litres par personne et par jour, et que cet approvisionnement a une origine présentant toutes les garanties.

Il examine périodiquement, après démontage, l'appareil à distiller l'eau de mer, prévu par l'art. 32 du règlement sur les longs courriers pourvus d'une chaudière et dont l'effectif dépasse 30 personnes.

S'il en constate le bon fonctionnement, il peut autoriser la réduction de l'approvisionnement d'eau douce, de manière à limiter la quantité embarquée à 3 litres et demi par personne et par jour...»

En résumé nous voyons que si, par la persistance des charniers pour l'équipage, la distribution de l'eau est défectueuse dans les deux marines, la marine de guerre l'emporte cependant sur la marine de commerce à plusieurs points de vue :

1^o Au point de vue des origines de l'eau : la première nommée n'emploie que de l'eau distillée, alors que la deuxième emploie en outre et surtout de l'eau embarquée qui n'est pas stérilisée par la suite.

2^o Au point de vue de la conservation de cette eau les caisses de la marine de commerce gardent quelques imperfections comme le trou de sonde ; leur emplacement exact, leur forme, leur nettoyage ne sont pas nettement établis, ce qui laisse trop de latitude au constructeur d'abord, au calier ensuite. De plus certains navires de pêche sont encore autorisés à conserver leur eau dans des barriques de bois.

3^o Enfin dans la marine de guerre le système d'eau est surveillé par le médecin ; dans la marine de commerce il est en principe visité périodiquement par un Inspecteur de navigation ; mais celui-ci possède-t-il tous les moyens d'investigation désirable ? C'est peu probable.

CHAPITRE IV

L'eau et l'hygiène du bord

Les maladies hydriques

Si l'eau joue un grand rôle dans l'alimentation, celui qu'elle joue dans la pathologie est aussi considérable; les découvertes de Pasteur l'ont démontré et tout le monde l'admet aujourd'hui. Depuis très longtemps d'ailleurs on croit à la transmission de certaines maladies par l'eau potable. « La pratique des peuples de l'Extrême-Orient, dit Chantemesse, de ne faire usage pour leurs boissons que d'infusions aromatiques, c'est-à-dire d'eau bouillie, a précédé de longtemps les coutumes de la civilisation grecque et romaine qui entouaient de tant de précautions les captages et les aqueducs des sources. Pendant le moyen-âge, lorsque les grandes épidémies venaient décimer les villes et les royaumes, le peuple accusait l'empoisonnement des fontaines. »

L'eau de boisson peut nuire à la santé en introduisant dans l'organisme :

1^o Des substances toxiques, surtout le plomb. Ce métal, qui était autrefois employé pour la construction des canalisations, peut imprégner l'eau de sels toxiques; ce danger n'est plus à craindre à bord depuis que le plomb n'entre plus dans la composition des tuyautages et des joints.

2^o Des parasites dont la présence dans l'organisme détermine des troubles plus ou moins graves (vers intestinaux).

3^o Enfin et surtout des germes pathogènes, en particulier ceux de la fièvre typhoïde, du choléra, de la dysenterie.

C'est seulement de ces trois grandes infections, qui sont les véritables maladies hydriques, que nous nous occuperons ici.

I. — FIÈVRE TYPHOÏDE.

« La transmission par l'eau des germes de la fièvre typhoïde, dit Kelsch, est attestée par deux séries de preuves. La première comprend les faits où l'analyse bactériologique a démontré positivement l'existence du bacille d'Eberth dans les eaux soupçonnées. Dans la deuxième sont réunis les épisodes où ces dernières ont pu être à bon droit incriminées, mais où la sanction bactériologique manque, soit que l'analyse des eaux n'ait pas été pratiquée, soit qu'elle ait abouti à un résultat négatif. »

Les preuves bactériologiques, qui sont irréfutables, sont très nombreuses ; telles celles données : par Moers à Liebourg, en 1884 et 1885, par Ivan Michael à Grossburgk, par Kowalski à Klosternenbourg en 1886, par Dreyfus-Brissac, Widal et Chantemesse à Menilmontant la même année, par Vaillard, qui a isolé le bacille d'Eberth dans l'eau de la Divette à Cherbourg etc., etc...

Quant aux preuves épidémiologiques, elles sont aussi innombrables. Qu'elles soient basées sur l'éclosion soudaine d'une épidémie limitée à un groupe d'individus buvant une eau d'une provenance déterminée, sur la constatation de la souillure de cette eau par des matières excrémentielles, ou sur la cessation de l'épidémie par suite de l'interdiction de cette même eau, elles forment une très longue liste que nous n'entamerons même pas.

D'ailleurs cette série de preuves sont venues s'en joindre d'autres, en particulier la diminution des cas de fièvre typhoïde dans la marine et dans l'armée, au fur et à mesure des progrès réalisés dans l'hygiène de l'eau potable. C'est ainsi que dans la marine nous avons vu l'adoption de l'eau distillée, c'est-à-dire d'une eau pure, tout au moins à son origine,

faire diminuer considérablement la morbidité par fièvre typhoïde. Il en fut de même dans l'armée quand les établissements militaires adoptèrent la filtration de l'eau de boisson —: cette maladie diminua de 50 %, et cette diminution représente, sinon la totalité, du moins une grande partie des cas d'origine hydrique. De tous ces faits nous retiendrons que, parmi toutes les causes possibles de la fièvre typhoïde, une des plus importantes est l'absorption d'une eau souillée par le bacille d'Eberth. Ce mode de contamination est facilité par la survie du microbe dans l'eau, qui peut aller jusqu'à 3 mois suivant la composition de cette eau.

1° DANS LA MARINE DE GUERRE. — La fièvre typhoïde y est assez fréquente; les matelots sont en effet à l'âge de la réceptivité maxima pour le germe typhoïde, et nos ports de guerre sont pour la plupart des foyers d'endémicité. Cependant les statistiques montrent que la morbidité et la mortalité par fièvre typhoïde ont beaucoup diminué grâce aux progrès de l'hygiène navale. C'est ainsi qu'en 1880-1885 on comptait dans l'escadre, d'après Couteaud et Girard, une morbidité de 14, 4 p. 1000 et une mortalité de 3, 17 p. 1000.

« De 1.100 à 1.200 cas de fièvre typhoïde dans l'année, dit Moursou à cette époque, tel est le tribut que les Marins et les soldats paient à Toulon au poison typhoïde. » En 1899-1900 les chiffres de morbidité et de mortalité tombaient respectivement à 4, 68 et 0, 79 p. 1000.

Tous les auteurs ont remarqué que la maladie frappe moins les individus embarqués que ceux qui sont à terre, et que l'infection perd en général de son intensité avec l'éloignement du navire du port contaminé. « Les fièvres typhoïdes, dit Kelsch, naissent en effet peu de temps après l'appareillage; elles diminuent à mesure qu'on s'éloigne du port d'infection, pour disparaître complètement après quelque temps de navigation. » C'est vrai, et il faut voir là l'heureuse influence de l'alimentation en eau distillée à bord des navires de guerre.

La plupart des cas de fièvre typhoïde observés à bord de

ces bâtiments sont donc, comme l'a démontré Moursou, des cas importés, contractés à terre, et ceci d'autant plus facilement que nos ports de guerre sont des foyers de la maladie. Et cependant les cas ne sont pas rares de fièvre typhoïde, survenus jusqu'à 60 jours après le départ, ou même sur un navire revenant d'une longue croisière dans des pays où cette maladie n'existe pas. Comment expliquer ces faits?

On ne peut évidemment songer à une incubation anormale : elle serait beaucoup trop longue. Non, le germe est entré à bord et s'est conservé quelque part pour ne manifester sa présence que plus ou moins longtemps après. Mais où s'est fait cette conservation?

Dans certaines circonstances on a pu accuser les eaux croupissantes des cales d'avoir été la source de l'infection. C'est ainsi qu'en 1860 on observa sur le *Suffren* une épidémie de fièvre typhoïde succédant au désarrimage des cales alors que 5 cas avaient été relevés à bord l'année précédente. M. Tissot conclut à la même étiologie pour une épidémie qui régna en 1887 sur l'avisio *Le Hussard*. Mais ce mécanisme de contagion n'explique pas tous les cas observés, et l'on a bien été obligé quelques fois d'incriminer la souillure de l'eau de boisson.

Cette contamination était assez fréquente autrefois quand l'eau potable et l'eau douce embarquée pour d'autres usages avaient une partie du tuyautage en commun : la seconde contaminait la première. C'est ce qui se produisit par exemple pour l'épidémie observée sur le *Sfax* pendant sa traversée de France à la Martinique en 1898. Le même fait fut observé par Reboul à bord de l'*Iphigénie* : la fièvre typhoïde semblait avoir abandonné ce navire depuis l'emploi de filtres Chamberland pour l'épuration de l'eau potable et n'y survenait que pendant le séjour dans des rades telles que Brest et Toulon, foyers endémiques de cette affection que les hommes allaient contracter à terre. Or, en octobre 1891, une épidémie de fièvre typhoïde éclata en mer et dans des conditions de temps telles que la contamination avait dû se faire à bord. Une enquête ouverte par le médecin-major permit d'en déce-

ler l'origine. Pour monter des caisses sur le pont, l'eau douce ordinaire, destinée au lavage du linge et aux soins corporels, et l'eau filtrée destinée à la boisson, passaient par le même tuyautage. Or la première, qui est une eau à bon droit suspecte, semait ses germes sur les parois de ce tuyautage commun et ces germes souillaient ensuite l'eau filtrée. « Dès lors, écrit Reboul, l'étiologie devenait nette : l'eau, dépouillée par le filtre de tous ses éléments nuisibles, était recueillie pure; puis, au moment de la distribution, en passant dans le même conduit que l'eau contaminée, elle se chargeait à nouveau de microbes qu'elle allait porter aux charniers. » Aucune analyse bactériologique ne put être faite à bord pour amener la preuve de cette incrimination, mais cette étiologie fut confirmée à posteriori par la cessation complète de l'épidémie dès la suppression du tuyautage commun.

A propos d'une petite épidémie qui régna sur le *Marceau* en 1901, le docteur Legrand conclut à la contamination probable de l'eau distillée dans les charniers, où les marins, en puisant l'eau directement avec leur quart introduisaient du « *bactérium coli* et autres espèces. »

M. Barthelemy a vu cesser une épidémie sur le *Bouvet* en 1908, dès qu'on eût supprimé toute manche en cuir et tout filtre sur le parcours de l'eau distillée, qu'on eût fermé les caisses à eau par des cadenas, et qu'on eût remis à neuf les réfrigérants Perroy; ceux-ci, usés, laissaient filtrer l'eau de mer et permettaient, faiblement peut être, mais sûrement, son mélange à l'eau distillée, ce qui n'est pas sans inconvénient quand il s'agit d'une eau polluée comme celle de la rade de Toulon

M. Le Méhauté, rapportant une observation de 3 cas de fièvre typhoïde survenus à bord du *Tage* sur des individus qui n'avaient pu contracter la maladie à terre, croit lui aussi à une contamination possible de l'eau distillée, mais ne se prononce pas sur son mécanisme.

Ces quelques observations d'épidémies de dothiéntenterie datent toutes d'avant 1910, c'est-à-dire d'un temps où le sys-

tème d'eau distillée à bord des navires de guerre pouvait posséder encore quelques imperfections (quelquefois tuyautage commun avec l'eau douce ordinaire, souvent manches en cuir et filtres sur le parcours de l'eau distillée, fermeture incomplète des caisses et des charniers, etc...) Actuellement ce même système, à part les charniers, dangereux surtout par leur gobelet commun, ne comporte plus, sauf avaries (par exemple du côté du réfrigérant), aucune de ces imperfections susceptibles d'amener la contamination de l'eau distillée.

La prophylaxie est donc à peu près réalisée sur nos navires de guerre, du moins quant à la genèse de ces maladies par l'eau potable du bord. Reste la possibilité pour nos matelots de les contracter à terre, possibilité contre laquelle le médecin est désarmé. On comprend, en effet, avec le docteur Brunet « qu'il soit impossible dans ce milieu de jeunes gens, parfois ignorants, presque toujours insoucians comme des enfants, que des ordres seuls puissent servir de cloison étanche entre une eau pure et une eau impure. »

2^o DANS LA MARINE DE COMMERCE. — Les médecins sanitaires maritimes restent muets sur la genèse possible de la fièvre typhoïde et des maladies hydriques en général par une eau de boisson impure ; nous n'en avons du moins trouvé aucune observation dans la littérature. Il est vrai que les conditions de la navigation au long-cours, par la brièveté relative des traversées, le changement fréquent des passagers et parfois du personnel, ne permettent pas une étude minutieuse des cas observés. Tel passager qui commence une fièvre typhoïde à la fin d'une traversée, c'est-à-dire quinze à vingt jours au plus après le départ d'une escale, peut fort bien avoir contracté la maladie à terre. Tel autre, qui tombe malade quelques jours après avoir quitté le bateau, est déjà perdu de vue, et l'étiologie précise de son mal reste inconnue.

Et cependant l'emploi d'eau douce embarquée et non stérilisée pour la boisson, a dû quelquefois donner lieu à des cas de fièvre typhoïde, que cette eau ait été prise dans un

port en état d'épidémie, ou qu'elle ait été contaminée pendant son transport au navire ou sur ce navire lui-même.

La question a par contre été beaucoup plus étudiée sur les voiliers, en particulier sur les bateaux de pêche, où les longs séjours en mer, le fait que l'équipage reste longtemps le même, facilitent les déductions. Des études et statistiques publiées sur nos pêcheurs d'Islande et de Terre-Neuve, il résulte que la fièvre typhoïde est, parmi les maladies observées, une des plus fréquentes; encore tous les cas ne sont-ils pas consignés dans ces statistiques.

Cette affection se produit chaque année dès le début de la pêche et fournit les premiers malades aux hôpitaux. C'est ainsi que M. Glérant, médecin de la division navale de Terre-Neuve, dit dans son rapport de fin de campagne de 1901 : « La fièvre typhoïde et les embarras gastriques fébriles ont fait leur apparition dès le commencement de la saison de pêche, et plusieurs banquiers sont venus à Saint-Pierre déposer des malades aux mois de mai et de juin. *Le Richelieu* (Fécamp) en a hospitalisé 6, le *Duguesclin* (Fécamp) 6, le *Duguay-Trouin* (Fécamp) 5 en juin et 3 en juillet. Sur le premier de ces bâtiments la maladie a fait son apparition quatre jours après le départ de France, le 11 avril, et il semble qu'il faut l'attribuer à la mauvaise qualité de l'eau. » Cette opinion est aussi celle du docteur Chastang, qui pense qu'il faut incriminer l'eau dans la genèse de cette affection, que cette eau soit prise en nature ou qu'elle serve à mouiller le cidre : « C'est là, dit-il, un mode de contamination qu'on n'accuse pas suffisamment, et qui cependant, en Bretagne comme en Normandie, joue un rôle important dans certaines épidémies ».

Considérant cette particularité épidémiologique, à savoir que la fièvre typhoïde ne se montre jamais que dans les premiers mois de la campagne, on peut penser avec M. Chastang, que la maladie est due à l'absorption de l'eau prise en France. Nous avons vu en effet avec quelle insouciance cette eau est embarquée et conservée sur les bateaux de pêche.

On peut en conclure que l'eau douce embarquée et desti-

née à être bue sans purification préalable peut être dangereuse, surtout sur nos bâtiments de pêche où le manque de soins préside à son embarquement et à sa conservation. Aussi y aurait-il intérêt comme l'ont demandé MM. Chastang et Forterre, à ce que la commission chargée de vérifier le bon état de l'armement avant le départ de France, s'occupât attentivement de la provenance et de la qualité de l'eau, et aussi du nettoyage rationnel des récipients destinés à la contenir.

Serait-ce même suffisant, et ne doit-on pas viser plus haut ? Ne pourrait-on pas, par exemple, songer à stériliser l'eau destinée à nos pêcheurs par un de ces procédés chimiques qui ne coûtent pas cher et ne nécessitent pas de chaudières ? Nous aurons l'occasion d'y revenir.

II. — CHOLERA

Le choléra est une toxi-infection provoquée par un germe spécial localisé au tube digestif. Éliminé surtout par les selles, parfois par les vomissements et peut-être aussi par les crachats (Mills), ce germe peut être transmis, soit directement, par contact de l'homme malade avec l'homme sain, soit indirectement : dans ce cas la transmission se fait par les aliments, les mouches, mais surtout par une eau de boisson contaminée. L'infection hydrique tient en effet la première place dans la propagation du choléra comme dans celle de la fièvre typhoïde.

Depuis que Snow et Budd ont montré, au cours d'épidémies ayant sévi à Londres entre 1832 et 1854, que les cas observés étaient en rapport avec la distribution d'eau potable, d'autres épidémies sont venues démontrer d'une façon irréfutable le rôle joué par cette eau dans la transmission de la maladie, telles surtout celle de Hambourg et Altona en 1892 de Pétersbourg en 1908.

« Les grandes épidémies, dit Violle, ont toutes comme ori-

gine et comme moyen de dissémination : l'eau... Le Gange, Le Nil, La Volga, l'Elbe, la Tamise, la Seine, tous les grands fleuves des grandes capitales ou des grandes cités du monde, ont été souillés, lors du passage d'épidémies, par des germes cholériques, et ces eaux ont propagé avec une intensité parfois effrayante, et souvent tout le long de leur parcours, le choléra meurtrier, développant ou créant de toutes pièces des épidémies dévastatrices. »

Cette origine hydrique de la maladie est facilitée par ce fait que le vibron cholérique peut conserver longtemps sa vitalité dans les eaux, surtout dans celles qui reposent sur un fond vaseux ; dans l'eau de mer il résiste, d'après les recherches de Nicati, Rietsch, Piccinini et Jacobsen jusqu'à 45 jours, ce qui permet son transport par l'eau des cales ou des ballasts ; il survit par contre moins longtemps dans l'eau distillée (20 jours d'après les mêmes auteurs).

Le cholera s'est souvent manifesté sur des navires et dans des conditions telles qu'on ne peut incriminer une contamination à terre : épidémie de la « Gertrude » (1859) débutant 34 jours après avoir cessé tout contact avec la terre, du « Renown » (1865) entre Gibraltar et le Cap, du « Nubia » (1897) entre Calcutta et Plymouth, etc...

Dans certaines de ces épidémies nautiques on a pu à bon droit incriminer l'absorption d'une eau contaminée.

C'est ainsi que Legrand, médecin sanitaire, rapporte que, durant l'année 1884, dix bâtiments arrivèrent à Liverpool, venant du port alors infecté de Marseille : trois d'entre eux, qui avaient fait provision d'eau dans cette ville eurent des cas de cholera à bord ; les sept autres, qui n'avaient pas pris d'eau à Marseille, restèrent indemnes. Sur l'un des trois navires contaminés, le capitaine ayant ordonné de faire bouillir l'eau avant de la livrer à la consommation, il n'y eut plus à partir de ce moment un seul cas nouveau.

H. Thierry en cite un autre exemple dans la même année : le steamer français *Ville-de-Palermo*, venant de la Pointe-à-Pitre, arrive à Marseille le 17 juillet, dans les plus mauvais

jours de l'épidémie du cholera. Malgré tout pendant le séjour dans ce port aucun cas n'est observé à bord. Le bateau repart le 25 juillet et le premier soir un homme est atteint de cholera; du 26 au 29 deux autres cas se produisent; le 30, le mousse est également pris, et l'épidémie s'arrête là. Or le jour de l'arrivée du steamer à Marseille, la provision d'eau étant épuisée, on dut remplir les caisses avec l'eau de la ville, qui ne fut utilisée qu'à partir du 24 : c'est à ce moment que débuta l'épidémie à bord : elle cessa du reste dès que l'usage de cette eau fut interdite et qu'à sa place l'équipage eut de l'eau bouillie.

Le choléra s'est également montré à bord des navires de guerre de la division navale d'Extrême-Orient en 1890-1891. M. Comme, médecin de la marine, qui en établit le rapport, fit ressortir que quelques-uns des cas observés étaient dus vraisemblablement à la souillure de l'eau distillée destinée à la boisson par l'eau douce embarquée destinée à d'autres usages, souillure qui était grandement facilitée par l'unicité du tuyautage.

La dernière incursion du cholera à bord des navires de guerre date de 1911. A cette époque une épidémie éclata à Toulon sur plusieurs bâtiments (*Suffren, République, Vergniaud Marceau, Massena*), dont les uns se trouvaient dans le port ou en rade, les autres en mer ou aux Salins; elle ne frappa que les équipages de ces navires et respecta les troupes de terre et la population civile. MM. Defressine et Cazeneuve montrèrent par une enquête minutieuse appuyée par des analyses bactériologiques, que le vibron avait été apporté à bord par les « eaux mélangées de l'Arsenal » destinées aux chaudières; ces eaux avaient ensuite contaminé sur certains points les eaux urbaines destinées aux usages ménagers; ces deux sortes d'eau avaient en effet une partie de canalisation en commun. Le premier enseignement à retenir de ce fait est donc que chacune des eaux embarquées, devrait, comme l'eau distillée, posséder un tuyautage rigoureusement indépendant.

Cette épidémie a également montré que, grâce à l'indépendance de sa canalisation et à la fermeture de son circuit,

l'eau distillée ne peut être pénétrée par les germes des maladies hydriques, à condition toutefois que son système n'offre pas de fuites et soit l'objet de la surveillance la plus attentive. Si celle-ci se relâche l'eau distillée peut être contaminée. C'est ce qui se produit dans le cas suivant :

En juin 1905, une épidémie ayant éclaté sur le *D'Assas*, alors au bassin à Saïgon, l'eau distillée fut examinée bactériologiquement par le docteur Brau, et se montra chargée de vibrions cholériques. Comme il fut prouvé qu'on n'avait pas fait le plein des caisses avec de l'eau prise à terre (il existait à ce moment là quelques cas de choléra dans la ville), le docteur Abelin conclut que la situation défectueuse des trous d'homme des caisses à eau et leur fermeture incomplète avait permis la contamination de l'eau potable par les eaux de lavage ou par le calicr. Le vibrion disparut d'ailleurs totalement de l'eau distillée, lorsqu'on eût désinfecté tout le système au moyen d'un appareil Clayton.

La relation de ces quelques épidémies nautiques de cholera nous fait aboutir en somme aux mêmes conclusions que pour la fièvre typhoïde, à savoir :

1° Dangers d'une eau embarquée, non stérilisée avant sa consommation.

2° Dangers possibles de l'eau distillée, si son système n'est pas absolument indépendant, bien fermé et rigoureusement surveillé.

DYSENTERIE

Syndrome caractérisé par l'émission répétée et douloureuse de selles sanglantes et muqueuses, la dysenterie peut être due à plusieurs causes. Il existe donc, non pas une, mais des dysenteries : dysenterie bacillaire, amibienne, spirillaire, à *Balan-tidium*, à *Trichonomas* etc... Cependant, si ces formes sont très nombreuses, dans la pratique il en est deux, qui par leur fréquence dominent toutes les autres : la dysenterie bacillaire et la dysenterie amibienne.

Qu'elle soit l'une ou l'autre, la dysenterie peut se trans-

mettre de différentes façons, et en particulier par l'intermédiaire de l'eau de boisson. Le rôle de cette eau est ici moins net que pour la fièvre typhoïde et le choléra, mais cependant il est incontestable qu'elle peut véhiculer l'agent de la dysenterie et par conséquent le transmettre à l'homme. Des faits le prouvent d'ailleurs. C'est ainsi que Shiga a rapporté une épidémie de village, d'origine hydrique incontestable, dans laquelle 413 cas furent observés. « Cette conclusion, dit d'un autre côté Patrick Manson, a reçu un appui dans la production d'épidémies de dysenterie dans les équipages de navire qui s'étaient approvisionnés d'eau à des sources infectées, aussi bien que dans la production d'épidémies analogues dans de grands établissements, où, par suite de quelques accidents, l'eau avait été contaminée. »

La dysenterie est relativement fréquente chez les marins; c'est ainsi qu'en 1905 on comptait sur l'ensemble de la flotte une mortalité de 9,6 pour 1000, la grande majorité des cas intéressant les forces navales hors de l'Europe, surtout celles de l'Extrême-Orient. La statistique officielle de 1900 a montré que cette morbidité élevée par dysenterie était due en grande partie à la mauvaise hygiène de l'eau potable : mauvais fonctionnement des bouilleurs, canalisation défectueuse de l'eau distillée, conservation de l'eau de boisson dans des récipients rincés à l'eau des fleuves, consommation d'eau de rivière ou d'eau contaminée prise aux escales, etc... etc..

Cependant la dysenterie n'est que rarement apparue spontanément à la mer. Nous n'en avons du moins trouvé qu'une observation, celle de Le Quément, qui relate une épidémie, survenue en 1885 sur le transport-avis *La Saone* dans les parages du Cap de Bonne-Espérance, et dont le premier cas se montra 40 jours après le départ de Saïgon.

Quoi qu'il en soit l'étude des statistiques sur la dysenterie à bord nous montre que cette maladie, comme la fièvre typhoïde et le choléra, peut être due à l'absorption d'une eau de boisson contaminée, que cette eau soit de l'eau distillée souillée par un système défectueux, ou de l'eau embarquée dans un port infecté.

CHAPITRE V

Prophylaxie des maladies hydriques à bord

Le précédent chapitre nous a montré que l'eau potable peut transmettre trois grandes maladies : la fièvre typhoïde, le choléra, la dysenterie. Ces affections sont assez graves, assez meurtrières, pour qu'on cherche par tous les moyens possibles à éviter leur éclosion à bord des navires.

Le principal de ces moyens est sans conteste la surveillance de l'eau potable, qui est à l'origine de beaucoup d'épidémies ; mais il n'est pas suffisant, car ces maladies peuvent se transmettre par d'autres intermédiaires auxquels correspondent des soins prophylactiques particuliers, qui n'entrent pas dans le cadre de notre étude.

Nous aurons seulement en vue ici la prophylaxie des cas d'origine réellement hydrique. Cette prophylaxie doit être envisagée de façon différente sur les navires utilisant l'eau distillée et sur ceux qui emploient l'eau embarquée.

I. — SUR LES NAVIRES UTILISANT L'EAU DISTILLÉE.

Nous avons vu, au cours des précédents chapitres, que l'emploi d'eau distillée pour la boisson constitue déjà par lui-même un moyen prophylactique vis à vis des maladies d'origine hydrique ; ces dernières ont en effet diminué dans la Marine de Guerre depuis que la distillation y est réglementaire.

Cependant le fait seul d'utiliser de l'eau distillée ne constituerait pas une mesure bien efficace. Il faut en outre que

le système présente certaines conditions hygiéniques, que nous avons déjà énumérées : bonne compréhension des caisses à eau, tuyautage absolument indépendant, rampes métalliques à robinets (le système doit en somme réaliser un circuit fermé), surveillance rigoureuse des appareils, car la moindre avarie peut faire courir des chances de contamination à l'eau distillée. Toutes ces conditions, à part celle du remplacement des charniers par des rampes métalliques, sont actuellement réalisées dans notre Marine de Guerre, où, de ce fait, les maladies hydriques ont beaucoup diminué, et où les cas qui persistent ne peuvent être imputés à l'eau potable du bord

Donc un premier moyen prophylactique possible vis-à-vis de ces maladies est l'emploi exclusif pour la boisson d'eau distillée, fabriquée, conservée et distribuée suivant certaines conditions d'hygiène bien déterminées

II — SUR LES NAVIRES UTILISANT L'EAU EMBARQUÉE —

Malheureusement la distillation est un mode d'approvisionnement qui coûte cher. Si avant la guerre les prix de l'eau distillée et de l'eau embarquée ne différaient pas considérablement, il n'en est plus de même à notre époque où le charbon a atteint une valeur, que l'on n'aurait même pas supposée autrefois. Aussi, par mesure d'économie, la plupart des bateaux de commerce embarquent-ils l'eau destinée à la boisson et ne se résolvent-ils à distiller que lorsque cette provision est épuisée.

Mais, nous l'avons vu, cette eau peut-être contaminée, soit au moment où elle est prise, par exemple dans un port en état d'épidémie, soit pendant son embarquement, dans les bateaux-citernes et les manches.

Sans doute s'efforce-t-on de donner aux navires une eau de bonne qualité, sans doute aussi peut on surveiller son embarquement ; il n'en est pas moins vrai que le danger persiste, et, pour le supprimer, l'eau embarquée ne devrait

être consommée qu'après purification. On est d'ailleurs obligé d'en venir là quand un navire se trouve forcé de s'approvisionner dans un port contaminé, ou quand une épidémie d'origine hydrique éclate à bord. Dès lors pourquoi ne pas le faire systématiquement pour toute eau embarquée ? On dispose du reste de moyens multiples pour opérer cette purification, dont la réalisation n'augmenterait pas considérablement les dépenses d'un navire.

Quels sont donc ces moyens ?

PROCÉDÉS DE PURIFICATION DE L'EAU EMBARQUÉE

L'eau de boisson, dans les collectivités et par conséquent à bord, peut être purifiée par différents procédés ; mais tous n'ont pas la même valeur et ne sont pas également pratiques pour effectuer cette purification dans les conditions si spéciales de la navigation. D'une façon générale on peut les diviser en deux grands groupes : les procédés chimiques et les procédés physiques.

— 1^o PROCÉDÉS CHIMIQUES — Des substances chimiques employées pour l'épuration de l'eau, certaines agissent en donnant lieu à des précipitations qui englobent les microbes, d'autres en détruisant par oxylation une partie plus ou moins considérable de la matière organique, donc des micro-organismes. Mais les premières ne donnent qu'une purification très incomplète ; les secondes au contraire sont plus efficaces.

a) Traitement par l'alun. — Ce corps, qui est le plus anciennement employé, agit par sa décomposition en sulfate de chaux et alumine : cette dernière, en se précipitant, entraîne les substances en suspension dans l'eau, et par conséquent une partie des microbes. Employé aux doses de 1 à 3 gr. pour 10 litres d'eau, l'alun peut réaliser une bonne clarification, mais son action bactéricide est tout à fait insuffisante.

b) Traitement par un permanganate. — Le plus employé est le permanganate de potasse, qui, à la dose de 5 à 10 cgr. par

litre, détruit en l'oxydant la matière organique de l'eau et agit probablement d'une façon analogue sur les germes qui s'y trouvent.

L'alunage et le traitement par le permanganate se trouvent associés dans un procédé spécial de purification de l'eau, le procédé Lapeyrère, qui ajoute à l'action oxydante du permanganate de potasse l'action clarifiante de l'alun, associé lui-même au carbonate de soude et à la chaux.

On fait avec ces substances une poudre ainsi composée pour un litre d'eau à stériliser :

Chaux vive délitée	0 gr. 05
Alun cristallisé	0 gr. 12
Carbonate sodique	0 gr. 10
Permanganate de potasse	0 gr. 03
Total	0 gr. 30

Sous l'action de ces substances l'eau se décolore tant qu'elle contient des matières organiques; sa stérilisation n'est complète que quand elle conserve d'une façon persistante une coloration rose. Mais, ainsi traitée, elle n'est pas buvable à cause d'un excès de permanganate; aussi doit-elle, avant d'être livrée à la consommation, être filtrée sur de l'ouate de tourbe stérilisée.

Ainsi qu'il résulte des expériences de Grand-Moursel, de Laveran et Henriot, ce procédé tue en quelques minutes les microbes du choléra, de la typhoïde et le coli-bacille.

Très économique et très pratique, il est employé sur certains navires de guerre de faible tonnage, en particulier certains contre-torpilleurs. Sur ces petits bâtiments le système d'eau potable est très simple : il existe un récipient supérieur, ou château-d'eau, dans lequel l'eau est mélangée à la poudre de permanganate alumino-calcaire; un tuyau lui fait suite, comportant sur son parcours un petit filtre à ouate de tourbe, qui conduit l'eau dans le charnier.

Sans doute ce procédé ne vaut-il pas celui de la distillation ; mais, pourvu que le filtre soit nettoyé de temps en temps à l'eau bouillante, il est susceptible de rendre de grands services sur les petits navires. C'est ainsi qu'il a permis à M. Boudou, médecin de la Marine, de faire boire à ses hommes l'eau limoneuse du Yangtsé, sans qu'on puisse imputer à cette dernière la moindre affection gastro-intestinale ni le moindre cas de diarrhée.

Traitement par l'iode — Vaillard avait proposé de stériliser l'eau par l'iode à l'état naissant, à la dose de 0 gr.06 par litre et en laissant agir pendant 15 minutes. Obermaier refit en 1903 l'étude de ce procédé. Mais, expérimentant sur l'eau souillée du Main, il trouva que dans la plupart des cas les vibrions cholériques survivaient au traitement par l'iode, et à plus forte raison les bacilles d'Eberth qui sont plus résistants aux différentes causes de destruction. Ce fait nous amène à conclure avec Kliszowski que le procédé de Vaillard peut par sa simplicité rendre des services aux troupes en campagne, pour améliorer dans une certaine mesure une eau notoirement souillée par les germes pathogènes ; mais il ne saurait donner une épuration complète.

d) Traitement par le brome. — Schumburg, puis Pfuhl, avaient cru purifier l'eau en la traitant par le brome et cette méthode fut un moment très prônée en Allemagne. Mais Engels, reprenant leurs expériences, montre que la solution de brome de Schumburg, si elle détruit les microbes banaux, n'a pas grande action sur le vibrion cholérique et le bacille d'Eberth. Aussi ce procédé a-t-il peu à peu été abandonné, d'autant que la solution bromée est d'une conservation délicate.

e) Traitement par l'ozone. — L'ozonisation, qui d'ordinaire, dans des conditions convenables de contact, tue les bacilles typhiques, les vibrions cholériques et en général tous les bacilles de l'eau sauf les sporulés, a été expérimentée dans la marine italienne par Belli et Sestini pour l'épuration de l'eau embarquée. Ces deux auteurs ont montré que la stérilisation

obtenue à bord, quoique pratiquement suffisante, reste cependant incomplète. Ainsi sur le *Calabria* l'eau, qui contenait 47 germes par centimètre cube avant l'ozonisation, en contenait encore 1 après cette opération; de même dans les eaux de l'Arsenal de Venise les microbes non sporigènes survécurent en petit nombre.

Malgré tout, et quoique l'ozonisation soit une méthode de réalisation délicate, nous croyons qu'il serait bon de l'expérimenter à nouveau sur les navires, car elle possède un gros avantage : l'économie

f) *Traitement par le chlore et ses dérivés.* — Depuis que les expériences de Traube, Lode, Bassenge, Hünermann, Rabs, ont montré qu'une eau souillée par le bacille typhique, le colibacille et le vibron cholérique, peut être stérilisée si on la traite par l'hypochlorite de calcium ou par l'hypochlorite de soude, la méthode d'épuration de l'eau par les hypochlorites a eu d'innombrables succès. Ces corps constituent un « une source de chlore et d'oxygène » (Richaud); ils sont par suite des agents d'oxydation de premier ordre, donc des antiseptiques énergiques.

Sous le nom de « javellisation » la méthode a rendu des services immenses pendant la guerre de 1914-1918 pour les armées en campagne et dans certaines épidémies urbaines. Elle permit par exemple au Dr Mirguet, lors d'une épidémie de fièvre typhoïde survenue en 1917 dans le personnel de la Marine de Sidi-Abdallah, de voir les bacilles disparaître en deux jours de l'eau contaminée, en même temps que les cas de la maladie diminuaient rapidement de nombre (le dernier de toute l'épidémie se produisit 13 jours après le début de la javellisation).

Cette méthode a été adoptée depuis 1916, pour la purification chimique de l'eau de boisson, par l'Amirauté anglaise, qui utilise le chlorure de chaux en poudre: ce corps est employé à la dose de 1 partie pour 1 million de parties d'eau; cette eau peut être bue au bout d'une demi-heure: elle n'a aucun goût.

On a également expérimenté en Angleterre l'« halazone » de Dakin, à la base de chlorure et de carbonate de soude desséchés, qui est employée à la dose de une tablette de 4 milligrammes pour un litre d'eau. Les résultats ont été bons et ont permis de conclure à la commodité du produit par une stérilisation urgente de l'eau, par exemple dans une compagnie de débarquement.

Le procédé de la javelisation est en somme très efficace pour la prophylaxie des maladies hydriques. Il est de plus simple et peu coûteux et pourrait être utilisé avec avantage pour l'épuration de l'eau potable dans certaines collectivités, en particulier, comme Howard Jones l'a proposé récemment, sur les navires qu n'ont pas d'eau distillée.

En Amérique, depuis peu de temps le chlore liquide pour purifier les eaux d'alimentation de certaines grandes villes, par exemple Chicago. Ce procédé y donne d'excellents résultats puisque d'après Ericson (1918), il a fait diminuer la mortalité par fièvre typhoïde dans cette ville de 71,44 pour 100. Il serait de plus le moins coûteux, puisque John Rieule a calculé en 1919 que le prix de revient est de 0 fr. 50 par 1.000 mètres cubes d'eau traitée.

La chloration est encore trop nouvelle pour avoir fait parler beaucoup d'elle, et nous ne croyons pas qu'elle ait jamais été mise à l'essai sur les navires. Espérons qu'elle le sera bientôt.

2° Procédés physiques — Ils utilisent : les uns la filtration, les autres l'action abiotique des rayons ultra-violets les derniers enfin le pouvoir bactéricide de la chaleur.

a) Filtration — Elle peut utiliser les filtres au charbon et au grès; mais ce ne sont en réalité que de simples clarificateurs, qui ne peuvent inspirer confiance pour l'arrêt des microbes.

Actuellement les meilleurs appareils sont ceux constitués par une batterie de bougies Chamberland (en porcelaine dégourdie bien poreuse), de bougies Berkefeld (en terre d'infusoires), ou le filtre Maillé (en porcelaine d'amiante). En

France on utilise surtout la bougie Chamberland : d'ailleurs ces trois filtres ont à peu près les mêmes qualités et les mêmes défauts.

La filtration au moyen des bougies Chamberland a donné de bons résultats dans l'approvisionnement en eau de certains établissements à terre et même de certains navires-écoles tels que le *Borda*; mais ce procédé n'est guère pratique à bord que dans les conditions exceptionnelles où se trouvent ces bâtiments stationnaires.

En effet sur les navires en général les essais n'ont pas été couronnés de succès. C'est que ces filtres présentent plusieurs inconvénients : ils sont très fragiles, durent peu, nécessitent de fréquents nettoyages et peuvent même à la rigueur se laisser traverser par les germes déposés à leur surface. Ils peuvent donc être dangereux; c'est ce que nous montre M. Danguy des Deserts. « En 1892, dit cet auteur, j'embarque sur l'*Austerlitz*, vaisseau des mousses.

« En novembre j'ai beaucoup de cas de fièvre typhoïde; on
« ne boit cependant que de l'eau filtrée au moyen des filtres
« Chamberland. Ils commencent à m'inspirer des doutes, d'au-
« tant plus que j'apprends en même temps que, sur le *Bretagne*,
« où je les avais fait adopter, il y a autant de malades que par
« le passé. Je fais examiner l'eau par M. Piton, chargé du cabi-
« net bactériologique. Elle est riche en bacilles. Nous faisons
« passer les filtres dans l'eau bouillante pendant une demi-
« heure : ils fournissent encore de l'eau contaminé Nous fai-
« sons passer dans ces filtres de l'eau distillée parfaitement
« pure ; cette eau en sort avec des bacilles. Nous cassons plu-
« sieurs de ces filtres et nous trouvons dans l'épaisseur des
« parois quantité de vacuoles renfermant des colonies de mi-
« crobes. Ainsi s'expliquait le fait observé à Brest, puis plus
« tard à Cherbourg, que l'eau qui avait traversé ces filtres
« contenait plus de bacilles qu'avant ce passage. Mon opinion
« était faite : les filtres Chamberland sont bons pendant quel-
« que temps, puis ils ne donnent plus qu'une fausse sécurité
« ils sont dangereux ».

M. Nollet, médecin de la Marine, dans son rapport sur l'épidémie de fièvre typhoïde de Cherbourg (1898-1899) aboutit aux mêmes conclusions; pour lui aussi une bougie mal entretenue donne de l'eau plus nuisible que la même eau non filtrée, car non seulement elle laissera passer les germes pathogènes que contient l'eau ordinaire, mais à ceux-ci viendront s'ajouter les colonies qui auront prospéré dans ses pores. C'est d'ailleurs là l'opinion de la plupart des hygiénistes

Aussi l'emploi des filtres Chamberland ne peut-il, d'une façon générale, donner de bons résultats sur les navires, où l'entretien soigneux de ces appareils est rempli de difficultés.

b) Rayons ultra-violet. — L'emploi de ces rayons pour la stérilisation de l'eau est basée sur leur action abiotique, qui a été démontrée par de nombreuses expériences. Utilisés pour l'épuration de l'eau d'alimentation de certaines villes et de certains établissements, les rayons ultra-violet émis par l'appareil Nogier ont donné à terre d'excellents résultats. Malheureusement il n'en a pas été de même sur les quelques rares essais tentés à bord des navires.

C'est ainsi que M. Violle, médecin de la marine, a expérimenté ce procédé sur le contre-torpilleur *Fleuret* en 1910; ses conclusions ne furent pas favorables, car les mouvements prononcés du petit navire troublèrent profondément le fonctionnement de la lampe, qui, de ce fait, n'opéra qu'une stérilisation très irrégulière.

Belli aussi pense que, dans les conditions actuelles, la stérilisation de l'eau par les rayons ultra-violet n'est guère applicable à bord, car l'appareil est fragile et influencé par le roulis; de plus son prix d'achat est relativement élevé, de même que son prix d'entretien à cause de la grande dépense d'énergie.

Peut-être un jour les progrès réalisés dans la fabrication des lampes permettront-ils leur emploi sur les navires; mais actuellement ces appareils n'y donneraient que de bien faibles résultats.

c) *Stérilisation par la chaleur.* — Elle est basée sur ce fait que tous les microbes pathogènes actuellement connus succombent dans l'eau à la température de 100° prolongée pendant 10 à 15 minutes. « Pour détruire les germes pathogènes non pourvus de spores, tels que les bacilles typhique, cholérique, dysentérique, il suffit même de chauffer l'eau à 70° pendant environ dix minutes: en aucun cas une eau ayant subi l'ébullition ne saurait être suspecte de pouvoir propager la fièvre typhoïde ou le choléra. » (Arnould).

Sur les navires, comme dans toutes les collectivités, il faut, pour purifier par la chaleur de grandes quantités d'eau, employer des appareils spéciaux. En France on se sert surtout à cet effet de l'appareil de Rouart, Geneste et Herscher et du stérilisateur Salvator (système Vaillard et Desmaroux).

Ces appareils, qui diffèrent entre eux seulement par le détail de leur construction, sont constitués essentiellement par deux organes :

1° Une chaudière, ou caléfacteur, dans laquelle l'eau est portée pendant un temps convenable à une température suffisante pour assurer sa stérilisation.

2° Un ou deux échangeurs, dans lesquels l'eau chaude qui sort de la chaudière et l'eau froide qui va y entrer se côtoient en formant deux courants séparés et de sens contraire. Il en résulte que la première se refroidit, et peut par suite être utilisée plus vite, alors que la seconde au contraire s'échauffe ce qui amène une économie de combustible. C'est ainsi que dans le stérilisateur Salvator l'eau brute qui arrive dans la chaudière offre une température voisine de 90°, tandis que l'eau stérilisée a une température qui excède à peine de 4 à 5° celle de l'eau entrant dans l'appareil.

L'emploi de la chaleur pour purifier l'eau de boisson a fait ses preuves dans la prophylaxie des maladies hydriques, et innombrables sont les collectivités où ces maladies ont disparu par suite de l'usage exclusif d'eau épurée par ce procédé. D'ailleurs le fait que, pendant les épidémies d'origine hydrique, tous les médecins s'accordent à recommander de boire unique-

ment de l'eau bouillie, prouve bien l'efficacité du procédé.

L'emploi des stériliseurs utilisant la chaleur offre en outre des avantages pratiques et économiques; en effet :

1^o Ils ont un grand débit.

2^o Ils sont d'un maniement simple.

3^o Ils sont robustes et d'un entretien facile.

4^o Ils sont peu encombrants ce qui est à considérer sur un navire, où aucune place ne saurait être inoccupée.

5^o Enfin leur fonctionnement ne coûte pas excessivement cher.

Le docteur Sebillon a calculé en 1903 que l'appareil, étant en marche, pouvait stériliser une tonne d'eau pour la somme de 0 fr. 07. A bord, où la stérilisation pourrait être faite grâce à la vapeur des machines, la dépense serait encore moindre : dans ces conditions en effet le stérilisateur Vaillard Desmaroux fonctionnant à la vapeur, demanderait, d'après M. Le Méhauté 7 à 8 kgr. de charbon pour stériliser 5 tonnes d'eau. Evidemment depuis la guerre ces prix de revient ont augmenté, mais, grâce au peu de charbon employé, le procédé resterait quand même relativement économique.

On a reproché à ces appareils de se laisser facilement encrasser par certaines eaux. C'est ce qui arriva, d'après Couteaud et Girard, sur certains navires où ils furent mis à l'essai pendant la campagne de Chine de 1900-1901; les eaux limoneuses des fleuves chinois, en encrassant les appareils, en gênaient le fonctionnement. La même chose a été observée pendant des essais de stérilisation d'une eau très calcaire. Cet inconvénient est peu de chose, car il suffit, comme l'a dit M. Le Méhauté, d'annexer un filtre à pression ou un détartreur à chicanes à l'appareil, pour voir celui-ci fonctionner d'une façon parfaite et donner une eau limpide et d'un goût agréable. M. Plagneux en a fait l'expérience au premier dépôt des Equipages de la flotte à Cherbourg et s'en est déclaré complètement satisfait.

On a aussi reproché au procédé de nécessiter l'emploi d'un filtre clarificateur entre le château-d'eau et les échangeurs

pour arrêter les particules de rouille produite dans ces derniers. Il importe donc d'empêcher cette production de rouille, car on pourra ainsi supprimer le filtre, devenu inutile. En tout cas, si on le conserve, il devra être l'objet d'une surveillance minutieuse et d'un nettoyage fréquent.

La discussion est ouverte depuis longtemps entre les partisans de la distillation pour l'approvisionnement des navires en eau potable et ceux de la stérilisation par la chaleur de l'eau embarquée, méthode préconisée surtout par MM. Le Méhauté et D^r Auber de Peyrelongue. Les uns et les autres prétendent arriver dans les meilleures conditions possibles au but qu'ils poursuivent, à savoir : obtenir une eau exempte de germes.

Nous n'entrerons pas dans cette discussion, qui a fait déjà couler beaucoup d'encre, et nous retiendrons seulement que l'emploi d'eau distillée et d'eau stérilisée par la chaleur, sur les navires, constitue deux bons moyens d'y faire la prophylaxie des maladies hydriques. Mais à côté de ces moyens, certains procédés chimiques de purification de l'eau pourraient être employés dans le même but, en particulier : le procédé Lapcyrière, qui a déjà fait ses preuves sur certains navires de guerre de faible tonnage et qui pourrait si bien s'appliquer aux voiliers, la javellisation, qui a fait tant de bien pendant la guerre, et enfin la chloration, qui est peut-être la méthode de l'avenir.

CONCLUSIONS

I. L'observation des faits démontre que, sur les navires, comme dans toutes les collectivités, l'eau potable est susceptible de provoquer par son impureté l'apparition de maladies graves, en particulier la fièvre typhoïde, le choléra, la dysenterie.

II. Pour éviter ces affections à bord il importe donc de donner aux équipages et aux passagers une eau de boisson aussi pure que possible.

III. Ce but peut être atteint par deux moyens :

a) par la distillation de l'eau de mer;

b) par la stérilisation de l'eau embarquée.

A) Le procédé de la distillation fournit une eau privée de germes à son origine; mais, pour que cette eau ne puisse être souillée avant son absorption, il faut que l'ensemble du système (bouilleurs, appareils de conservation et de distribution) présente certaines conditions d'hygiène bien déterminées. Le procédé a l'inconvénient d'être, surtout depuis la guerre, d'un prix de revient élevé.

B) La stérilisation de l'eau embarquée est plus économique. Elle peut être effectuée de plusieurs façons :

a) par les agents physiques : le plus efficace est la chaleur; des appareils spéciaux peuvent effectuer cette stérilisation à bord dans d'excellentes conditions d'hygiène et d'économie, et il serait bon de voir appliquer ce procédé sur nos navires à vapeur quand ces derniers n'emploient pas l'eau distillée.

b) par les agents chimiques : cette stérilisation serait très pratique pour les bâtiments ne possédant pas de chaudières.

par conséquent pour les voiliers, où elle permettrait la distribution aux équipages d'une eau pure et sans goût désagréable.

De tous les agents chimiques proposés trois surtout sont à retenir comme pouvant être utilisés avec avantage à bord :

- 1^o Le permanganate de potasse, qui, employé selon le procédé Lapeyrère, a déjà fait ses preuves dans la Marine de guerre sur les bâtiments de faible tonnage.
- 2^o Les hypochlorites alcalins (javellisation), qui ont donné de si beaux résultats pendant la guerre dans la prophylaxie des maladies hydriques à terre et que l'on devrait essayer pour stériliser l'eau à bord.
- 3^o Enfin, le chlore liquide (chloration), très employé aux Etats-Unis. Comme la javellisation, la chloration devrait être mise à l'essai sur les navires, car elle constitue, semble-t-il, un procédé plein de promesses.

Vu :
Le Doyen,
D^r C. SIGALAS

Vu, bon à imprimer
Le Président,
D^r H. MANDOUL.

Vu et permis d'imprimer :
Nantes, le 22 novembre 1922
le Recteur de l'Académie,
Le Doyen délégué,
D^r C. SIGALAS.

BIBLIOGRAPHIE

- Abelin.** — *L'Escadre de l'Extrême-Orient en 1903-1905.* (*Arch. de méd. nav.*, 1905, t. 84).
- Arnould.** — Art. « Purification de l'eau » et « Hygiène navale », in *Nouveaux éléments d'hygiène*, J.-B. Baillière et fils édit., Paris 1907).
- D'Auber de Peyrelongue.** — De la stérilisation par la chaleur de l'eau de boisson dans la marine. (*Thèse*, Bordeaux, 1901).
- Aurégan.** — Notes médicales recueillies pendant une campagne dans la Manche et dans la mer du Nord. (*Arch. de méd. nav.*, 1901).
- Barthélemy.** — Fièvre typhoïde et eau distillée à bord du *Bouvet*. (*Arch. de méd. navale*, 1909, t. 92).
- Barthélemy et Varenne.** — (*Manuel d'hygiène navale*, p. 55, Augustin Challamel édit., Paris, 1907).
- Belley.** — Etude sur le charnier Lacollonge. (*Archives de méd. nav.*, 1903, t. 99).
- Belli.** — Production, conservation et distribution de l'eau d'ouce à bord du croiseur italien *Varèse*. (*Arch. de méd. nav.*, 1905).
— *Annali di medicina navale e coloniale*, novembre, décembre 1917.
— *Igiene navale*, Societa Editrice Libreria, Milan 1905).
- Bellile.** — Questions d'hygiène navale. (*Arch. de médecine navale*, 1919, t. 108).
— L'eau de boisson à bord des bâtiments de guerre. (*Archives de méd. nav.*, 1920, t. 110.)
- Bellot.** — L'hygiène navale dans une flottille de contre-torpilleurs. (*Arch. de méd. nav.*, 1910, t. 96).
- Bertrand.** — Les moyens les plus pratiques de prophylaxie des maladies d'infection à bord des navires de guerre. (*Arch. de méd. nav.*, 1894, t. 62).

- Bonain.** — Note relative au mode de consommation de l'eau de boisson à bord des navires. (*Arch. de méd. nav.*, 1911, t. 95).
- Boudou.** — Purification de l'eau de boisson par le filtre Lapeyrère à bord de la canonnière l'*Oly* en Extrême-Orient. (*Arch. de méd. nav.*, 1904).
- Brown Shaw.** — Water boats and the supply of drinking water from the shore to H. M. Ships. (*Journ. of the Roy. Nav. med. service*, janvier 1918).
- The ship's water supply. (*Journal of the Royal Nav. medical service*, janvier et avril 1919).
- Brunet.** — Rapport sur l'épidémie de fièvre typhoïde de Cherbourg en 1909. (*Arch. de méd. nav.*, 1911, t. 95, p. 27).
- Les filtres devant l'Académie de Médecine. (*Caducée* du 19 décembre 1903).
- Callou.** — *Cours de construction du navire*, t. II, p. 320. A. Challamel édit., Paris 1902.
- Carnevali.** — Azione delle acque di varia composizione sui materiali dei serbatoi in uso per contenerle e distribuirle. (*Annali d'igiene sperimentale*, 1902).
- Castaing.** — Proposition de modification au gobelet actuel du charnier. (*Arch. de méd. nav.*, 1907, t. 88).
- Cazamian.** — Sur une cause possible du goût empyreumatique de l'eau de boisson à bord des navires de guerre. (*Arch. de méd. nav.*, 1911, t. 96).
- Rapport médical d'Inspection générale du croiseur-cuirassé «Amiral-Aube». (*Arch. de méd. nav.*, 1911, t. 96).
- Chantemesse.** — Art. « Le sol, l'eau et l'air, agents de transmission des maladies infectieuses », in *Traité de pathologie générale de Bouchard*, t. II, p. 387, G. Masson édit., Paris, 1896).
- Chantemesse, Borel et Dupuy.** — Art. « De l'eau à bord », in *Traité d'Hygiène maritime*. O Douin et fils édit., Paris, 1909.
- Chastang.** — Nos pêcheurs d'Islande, (*Arch. de méd. nav.*, 1898).
- Chevallier.** — Comment stériliser chimiquement l'eau de boisson. (*Thèse Toulouse*, 1919-1920).
- Clair.** — *La médecine à bord*, Vigot frères, édit., Paris 1910.
- Comme.** — Choléra observé à bord des navires de la division navale

- de l'Extrême-Orient (1890-1891). (*Arch. de méd. nav.*, 1892, t. 57).
- Compte rendu des séances du Congrès de la santé publique et de la prévoyance sociale, réuni à Marseille du 11 au 17 septembre 1922. (*Presse médicale* du 11 octobre.1922).
- Coquin.** — Hygiène et pathologie des pêcheurs de morue. (*Thèse*, Bordeaux, 1900).
- Couteaud et Girard.** — *L'Hygiène dans la marine de guerre moderne*. A. Challamel édit., Paris, 1905.
- Cuneo.** — Rapport au ministre de la marine pour l'année 1899. (*Journal officiel* du 18 juillet 1901).
- Danguy des Deserts.** — Etudes d'hygiène navale. (*Arch. de méd. navale*, 1898, t. 69 et 70).
- Hygiène des bâtiments et des équipages de l'Escadre du Nord. (*Arch. de méd. nav.*, 1902, t. 77., p. 10).
- Décret du 21 septembre 1908, art. 31 et 32. (*Bull. off. mar.*, 1908).
- Defressine, Cazeneuve, Olivier et Coulomb.** — Le choléra asiatique dans la marine à Toulon, en novembre 1911. (*Arch. de méd. nav.*, 1912, t. 98).
- Donnard.** — Etude hygiénique du croiseur-cuirassé « *Victor-Hugo* » (*Arch. de méd. nav.*, 1908, t. 90, p. 322).
- Duchateau, Jan et Planté.** — Hygiène navale, in *Traité d'Hygiène* de Brouardel et Mosny, t. X, J. B. Baillière et fils, édit., Paris 1906.
- Dupuy.** — Navires et moustiques. (*Revue d'hygiène et de police sanitaire*, 1904, p. 289).
- Engels.** — Das Schumburg'sche Verfahren der Trinkwasserreinigung mittels Brom. (*Centralblatt. für Bakter*, XXXI, 1902).
- Ericson.** — (*Am. Jour. of Publ. Health*, vol VIII, octobre 1918, p. 772-775).
- Foussagrives.** — Art. « Eau », in *Traité d'Hygiène navale*. J. B. Baillière édit., Paris 1856.
- Forget.** — *Médecine navale*, t. 1, p. 261. J. B. Baillière édit., Paris 1832
- Girard.** — L'eau potable à bord du « *Henri IV* ». (*Arch. de médecine navale*, 1907, t. 87).
- Aperçu sur l'hygiène navale. (*La Revue maritime*, août 1920).
- Glérant.** — Pêcheurs de Terre-Neuve en 1901. (*Arch. de méd. nav.*, 1902, t. 77, p. 94).

Goéré et Saint Sernin.— L'hygiène et la vie du personnel de la marine en Cochinchine. (*Arch. de méd. nav.*, 1909, t. 92, p. 278).

Guezennec. — Considérations relatives à la suppression de la filtration de l'eau distillée sur les bâtiments. (*Arch. de méd. nav.*, 1903).

— Contribution à l'hygiène navale. (*Arch. de méd. nav.*, 1902, t. 77).

— Notes d'hygiène navale. (*Arch. de méd. nav.*, 1900, t. 73, p. 110).

Hagen. — Sur la fièvre typhoïde dans l'Escadre de la Méditerranée (*Revue médicale de l'Est*, 1899, t. XXXI, p. 761).

Howard Jones. — Journal of the Royal Sanit. Instit., janvier 1920.

Huber. — Sur les moyens de retirer une eau potable de l'eau de mer. (*Arch. de méd. nav.*, 1899, t. 72.)

Instruction du Sous-Secrétaire d'Etat à la Marine relative à la prophylaxie de la fièvre typhoïde (30 septembre 1910). (*Arch. de méd. nav.*, 1911, t. 95).

Instruction ministérielle relative aux mesures de désinfection à appliquer aux bâtiments de la flotte et aux différents services à terre. (17 janvier 1911). (*Arch. de méd. nav.*, 1911, t. 95).

Instruction du Sous-Secrétaire d'Etat, du 3 mai 1910, sur la construction et l'emploi des installations de bord relatives à l'eau de boisson.

Instruction ministérielle du 17 mai 1909. (Art. 71, *Bull. off. mar.*, 1909).

Jaulin. — L'hygiène à bord des paquebots. (*Revue d'hygiène et de police sanitaire*, 1902).

Kelsch. — Art. « De la fièvre typhoïde », in *Traité des maladies épidémiques*, t. 1, p. 341. Octave Doin, édit., Paris, 1894.

Kliszowski. — Stérilisation de l'eau de boisson par l'iode libre à l'état naissant. (*Thèse*, Lyon, 1904).

Labit. — *L'eau potable et les maladies infectieuses*. Masson et Cie édit. Paris.

Lancet. — The outbreak of cholera on board « the Nubia », London, 23 janvier 1897.

Lancet. — The case of cholera on board a Sunderland steamer, London 1893, page 42.

Lasserre. — Désinfection des caisses à eau par le flambage. (*Arch. de méd. nav.*, 1901).

- Lavéran.** — Chap. « De l'eau et de son expertise », in *Traité d'hygiène militaire*. G. Masson édit., Paris, 1896.
- Le Boyer.** — Etude de l'hygiène des cargo-boats. (*Thèse* Toulouse, 1899)
- Le Mehauté.** — La prophylaxie par l'eau de boisson dans la marine. (*Arch. de méd. nav.*, 1903).
- L'eau potable à bord. (*Arch. de méd. nav.*, 1904).
- Eau potable à bord du *Duguay-Trouin*. (*Arch. de méd. nav.*, 1905)
- Hygiène des marins à bord du *Duguay-Trouin*. (*Arch. de méd. nav.*, 1907, t. 87, p. 142).
- Eloge d'Amédée Lefèvre. (*Arch. de méd. nav.*, 1899, t. 71).
- Le Quément.** — Relation d'une épidémie de dysenterie observée à bord du transport-aviso « *La Saône* ». (*Thèse*, Bordeaux, 1890).
- L'Herminier.** — Notes sur la stérilisation de l'eau alimentaire à l'Ecole Navale. (*Arch. de méd. nav.*, 1900, t. 74).
- Lode.** — *Das oestereichische Sanitatswesen*, n° 22).
- Mallet.** — Contribution à l'étude de l'hygiène dans la marine marchande. (*Thèse*, Paris, 1895). *
- Malméjac.** — Epidémies d'origine hydrique. (*Revue scientifique du* 7 juillet 1906).
- Max Oker Blom.** — *Zeitschrift für Hygiene und infektionskrankheiten*, fasc. 2, vol LXXIV, Von Veit et Cie ed., Leipzig, 1913.
- Merleau Ponty.** — Une page d'histoire de la médecine navale. Les médecins de la marine et la colique sèche. (*Thèse*, Bordeaux, 1895).
- Michel.** — Les Pêcheurs d'Islande en 1908. (*Arch. de méd. nav.*, 1910, t. 94, p. 29).
- Mirguet.** — La fièvre typhoïde et la javellisation de l'eau de boisson à Sidi-Abdallah (1913-1917). (*Arch. de méd. nav.*, 1918, t. 105).
- Moursou.** — De la fièvre typhoïde à bord des navires de la Marine de l'Etat, (*Arch. de méd. nav.*, 1885, t. 43 et 44).
- Neveu-Lemaire.** — Les grandes endémo-épidémies intercoloniales; le choléra. (*Presse médicale* du 28 juin 1922).
- Nollet.** — Rapport sur l'épidémie de fièvre typhoïde de Cherbourg (novembre 1898, février 1899). (*Arch. de méd. nav.*, 1899, t. 71, p. 444).
- Notes and Instructions to medical officers*, U. S. Navy, 1919.
- Obermaler.** — Ueber die Trinkwasserdesinfektion mit iod nach Vailard. (*Centralblatt. f. Baktériol.*, XXXIV, 1903).

- Oudard.** — Le croiseur « *L'Alger* » en Extrême-Orient. (*Arch. de méd. nav.*, 1909, t. 92, p. 163).
- Patrick Manson.** — Art. « Dysenterie » in *Maladies des Pays chauds*, Masson et Cie édit., Paris, 1896).
- Pungier.** — Eau distillée comme eau de boisson à bord. (*Arch. de méd. nav.*, 1903).
- Rabs.** — Béiträge zur trinkwasserdesinfektion mit Chlor. (*Hygiénische Rundschau*, XI, 1901).
- Reboul.** — Fièvre typhoïde observée à bord de l'Iphigénie (1891-1892). (*Arch. de méd. nav.*, 1892, t. 58).
- Renault.** — L'eau distillée à bord des navires de guerre modernes. (*Arch. de méd. nav.*, 1912, t. 97, p. 212).
- Rienle.** — Advance in chlorination and its effect in typhoid fever. (*Eng. News Rec.*, 19 juin 1919).
- Rimbaud.** — Du rôle de l'eau dans la transmission des infections. (*Montpellier médical*, Nos du 1^{er} et du 8 février 1914).
- Robert.** — L'Hygiène à bord des navires de commerce. (*Thèse*, Bordeaux, 1906).
- Rochard et Bodet.** — Art. « De l'eau potable à bord » in *Traité d'Hygiène ne, de médecine et de chirurgie navales*, L. Battaille et Cie, éd., Paris, 1896.
- Sestini.** — La conservation de l'eau potable à bord des navires de guerre (*Arch. de méd. nav.*, 1903).
- La filtration de l'eau potable à bord des navires de guerre. (*Arch. de méd. nav.*, 1903).
- Sisco.** — Notes sur les pêcheurs d'Islande. (*Arch. de méd. nav.*, 1898).
- Titi.** — L'hygiène et le service médical à bord de « *La Surprise* ». (*Arch. de méd. nav.*, 1898).
- Etudes d'hygiène navale. (*Arch. de méd. nav.*, 1909, t. 91).
- Thierry (H.).** — *La police sanitaire maritime d'après le règlement du 4 janvier 1896*. G. Steinheil édit., Paris, 1896.
- Etude comparative de l'hygiène dans la marine de guerre et la marine de commerce. (*Revue d'Hygiène et de police sanitaire*, 1903, p. 398).
- Trabaud.** — L'hygiène du marin en 1903 à bord du croiseur-cuirassé « *Poïhuau* ». (*Arch. de méd. nav.*, 1904).

Valence. — Réservoirs d'eau métallique et leur cimentage à bord des navires de guerre. (*Arch. de méd. nav.*, 1904).

— L'hygiène navale à bord du croiseur-cuirassé « *Marseillaise* ». (*Arch. de méd. nav.*, 1905).

— Filtre et eau distillée. (*Arch. de méd. nav.*, 1909, t. 92).

Varenne. — L'eau potable à bord du navire de combat. (*Arch. de méd. nav.*, 1909, t. 91).

— Conservation de l'eau distillée à bord du cuirassé « *Brennus* ». (*Arch. de méd. nav.*, 1906, t. 86).

Vincent et Muratet. — *Les dysenteries, le choléra asiatique, le typhus exanthématique*, Masson et Cie édit., Paris, 1917.

Violle. — Art. « Epidémiologie du choléra » in *Le choléra*, Masson et Cie édit., Paris, 1919.

— Expériences sur la stérilisation de l'eau par les rayons ultraviolets. (*Arch. de méd. nav.*, 1912, t. 97).
